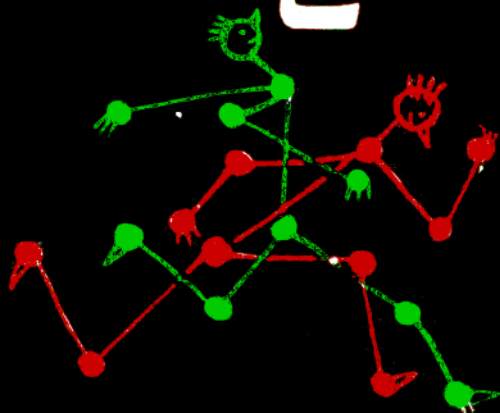
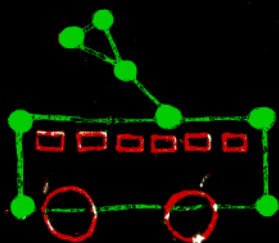
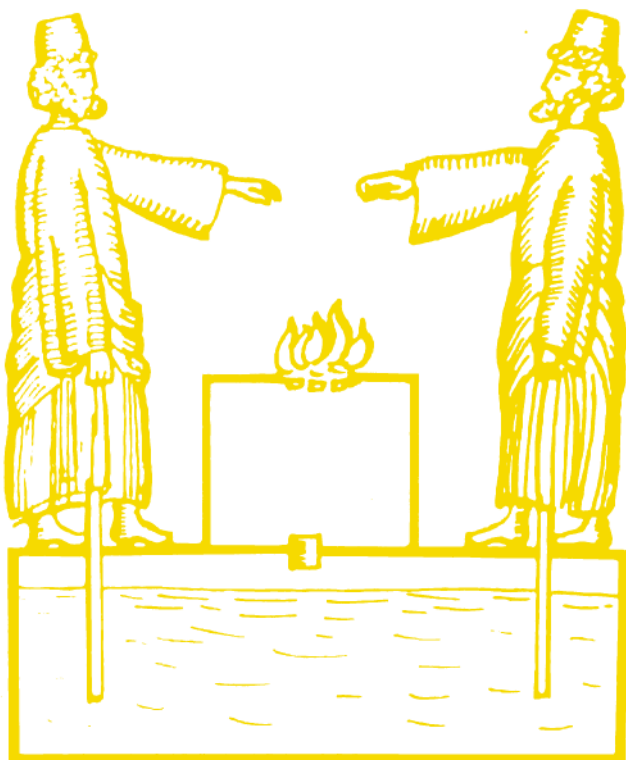


യാക്കബ്
പെരൈമാൻ

ദൂതികകുളികം

ഭാഗം I





യാക്കോബ്
പെരെൽമാൻ
ഭൗതികകൗതുകം

ഭാഗം I



പ്രോഗ്രസ്സ് പബ്ലിഷേഴ്സ്
മോസ്കോ

വിവർത്തനം: ഗോപാലകൃഷ്ണൻ

പ്രശസ്ത സോവിയറ്റ് ശാസ്ത്രപ്രചാരകനായിരുന്ന യാക്കോവ് പെരെൽമാൻ രചിച്ച ഈ കൃതിയുടെ 17 പതിപ്പുകൾ സോവിയറ്റ് യൂണിയനിൽ ഇതിനകം ഇറങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. തികച്ചും സാധാരണവും, അതേസമയംതന്നെ അർത്ഥഗംഭീരവുമായ വസ്തുതകളേയും പ്രതിഭാസങ്ങളേയും തിരഞ്ഞെടുക്കാനുള്ള ഗ്രന്ഥകാരന്റെ അസാമാന്യപാടവമാണ് ഇതിന്റെ വിജയത്തിന് നിദാനം. ലളിതവും രസകരവുമായ രീതിയിൽ ആധുനികഭൗതികത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനതത്വങ്ങളെ വിവരിക്കുന്ന ഈ പുസ്തകം വായനക്കാരെ ശാസ്ത്രീയമായി ചിന്തിക്കാൻ ശീലിപ്പിക്കുന്നു.

•

Яков Перельман
ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА

Книга I

На языке малаялам

© മലയാളപരിഭാഷ. പ്രോഗ്രസ്സ്
പബ്ലിഷേഴ്സ് 1977.

സോവിയറ്റ് യൂണിയനിൽ അച്ചടിച്ചത്

П $\frac{20401-146}{014(01)-77}$ 787-77

ഉള്ളടക്കം

അദ്ധ്യായം ഒന്ന്. വേഗതയും പ്രവേഗവും.

ചലനങ്ങളുടെ ഘടന.	9
നാം എത്ര വേഗം ചലിക്കുന്നു?	9
സമയത്തിനെതിരായ പാച്ചിൽ	13
സെക്കണ്ടിന്റെ ആയിരത്തിലൊരംശം	14
സ്റ്റോമോഷൻ ക്യാമറ	18
നമ്മൾ സൂര്യൻ ചുറ്റും കൂടുതൽ വേഗം നീങ്ങുന്നത് പകലോ രാത്രിയോ?	18
വണ്ടിച്ചക്രത്തിന്റെ കടംകഥ	20
ചക്രത്തിന്റെ ഏറ്റവും മന്ദമായ ഭാഗം	22
ഒരു കടംകഥ കൂടി	22
വള്ളം പുറപ്പെട്ടത് എവിടുന്നാണ്?	25

അദ്ധ്യായം രണ്ട്. ഗുരുത്വവും ഭാരവും.

ഉത്തോലകം. മർദ്ദം	27
എണ്ണീറുന്നിൽക്കൂടി !	27
നടപ്പും ഓട്ടവും	30
ഓടുന്ന തീവണ്ടിയിൽനിന്നു ചാടേണ്ടതെങ്ങിനെ?	33
ചീറിവരുന്ന വെടിയുണ്ട കൈകൊണ്ടു പിടിക്കാം	35
തണ്ണിമത്തൻ ബോംബ്	35
രൂക്ഷമെട്ടക്കേണ്ടതെങ്ങിനെ	38
രൂക്ഷം കൂടുന്നത് എവിടെയാണ്?	39
താഴോട്ടു വീഴുന്ന വസ്തുവിന്റെ ഭാരമെന്തു്?	40
ഭൂമിയിൽനിന്നു ചന്ദ്രനിലേക്കു്	42

പ്രതിലോകങ്ങളെ യാത്ര: ജൂൽ വേർണ്ണ. യാഥാർത്ഥ്യവും.	45
തൊറായ നൂലാസു ശരിയുള്ളതും കാണിക്കും.	48
വിചാരിക്കുന്നതിലും ബലവാനാണ് നിങ്ങൾ	48
കുർത്ത സാധനങ്ങൾ കത്തുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?	50
സുഖകരമായ ശിലാശയ്യ.	52
അദ്ധ്യായം മൂന്ന്. വായുമണ്ഡലപ്രതിരോധം.	54
വെടിയുണ്ടയും വായുവും.	54
ദീർഘദൂരവെടിപ്രയോഗം.	55
പട്ടം പറക്കുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?	57
ജീവനുള്ള ഡ്രൈഡറുകൾ.	59
പറക്കും വിത്തുകൾ.	60
വിളംബിത പാരച്യുട്ട് ചാട്ടം.	61
ബുക്കറംഗ്.	62
അദ്ധ്യായം നാല്പത്. പൂർണ്ണനം. "നിലയ്ക്കാത്ത" യന്ത്രങ്ങൾ.	65
മുട്ട പൂങ്ങിയതും പൂങ്ങാത്തതും തമ്മിൽ തിരിച്ചറിയുന്നതെങ്ങിനെ?	65
കറക്കത്തൊട്ടിൽ.	66
മഷികൊണ്ടുള്ള ചുഴലിക്കാറ്.	68
തെറ്റിദ്ധരിച്ച ചെടി.	69
"നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രങ്ങൾ."	70
"എവിടെയോ ഒരു തടസ്സമുണ്ട്."	74
"ഉണ്ടകളാണ് തിരിക്കുന്നതു്."	75
ഉപീ.ത്സെവിന്റെ അകൃമുലേറർ.	77
"അതുതമാണ്, എന്നാലല്ല."	78
വേറേയും "നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രങ്ങൾ."	80
പീറർ ഒന്നാമന്റെ കാലത്തെ "നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രം."	81
അദ്ധ്യായം അഞ്ച്. ദ്രാവകങ്ങളുടേയും വാതകങ്ങളുടേയും ഗുണങ്ങൾ.	86
രണ്ടു കാപ്പിപ്പാത്രങ്ങൾ.	86
പണ്ടുള്ളവർ മനസ്സിലാക്കാതിരുന്നതു്.	87
ദ്രാവകങ്ങൾ മേലോട്ടു മർദ്ദിക്കുന്നു!	88
ഏതിനാണ് കൂടുതൽ ഭാരം?	90
ദ്രാവകത്തിന്റെ തനതുരൂപം.	91
വെടിയുണ്ട ഉരുണ്ടിരിക്കുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?	93
"അടിയില്ലാത്ത" ചപ്പക.	94
മണ്ണെണ്ണയുടെ പ്രത്യേകത.	96

വെള്ളത്തിൽ മുങ്ങാത്ത നാണയത്തുട്ട്	97
അരിപ്പയിൽ വെള്ളമെടുക്കാം . . .	99
പന്ത എഞ്ചിനീയർമാരെ സഹായിക്കുന്നു	100
വ്യാജമായ "നിലയ്ക്കാത്ത" യന്ത്രം	101
സോപ്പുകമിളകൽ ഉരുതിവിടൽ .	103
ഏറ്റവും നേർത്തത്	107
വെള്ളം തൊടാതെ വെള്ളത്തിൽനിന്ന് .	109
നമ്മൾ കടിക്കുന്നതെങ്ങിനെ	110
ഏറ്റവും നല്ല ചോർപ്പ്	111
ഒരു ടൺ മരവും ഒരു ടൺ ഇരുമ്പും .	111
ഭാരമില്ലാത്ത മനുഷ്യൻ	112
"നിലയ്ക്കാത്ത" നാഴികമണി	117
അദ്ധ്യായം ആറു്. ചുട്ടു്	120
ഒക്ടോബർക്കുറിയ റെയിൽപാതയ്ക്കു നീളം കൂടുന്നതെപ്പോഴാണു്?	120
ശിക്ഷ കിട്ടാത്ത മോഷണം	122
എയ്ഫെൽ ഗോപുരത്തിന്റെ പൊക്കം .	123
ചായഗ്രാസ്യതൊട്ടു് വാട്ടർഗേജുവരെ . .	124
കുരിപ്പരയിലെ ഷൂസ്	126
അയ്യപ്പന്മാരുടെ കാട്ടേണ്ടതെങ്ങിനെ? .	127
തനിയേ മുറുകുന്ന ഘടികാരം . . .	129
വിജ്ഞാന പ്രമാണ സിഗ്നൽ . . .	131
തിളപ്പു നെല്ലിൽ ഉരുകാത്ത ഐസ് .	132
ഐസിന്റെ മിതയോ താഴെയോ? .	133
അച്ചുട്ട ജനാലയിലൂടെ വായുവൊഴുക്കു്	134
മുർഗ്ഗമായ കാക്ക	135
ഭോമക്കോട്ടു് ചുട്ട പകരുമോ? . .	136
കാൽപ്പട്ടിൽ കാലമേതാണു്? . .	137
കുടലാസുകൾ	138
ഐസ് തെന്നുന്നതെന്തുകൊണ്ടു്? .	140
ഐസിക്കിളികളുടെ പ്രശ്നം .	142
അദ്ധ്യായം ഏഴു്. പ്രകാശം .	145
വിടികുടപ്പെട്ട നിഴലുകൾ .	145
മുട്ടയ്ക്കുകത്തെ കോഴിക്കുഞ്ഞു് . . .	147
ഹാസ്യരൂപത്തിലുള്ള ഫോട്ടോകൾ	148
സൂര്യോദയത്തിന്റെ പ്രശ്നം	150

അദ്ധ്യായം. എട്ട്. പ്രകാശത്തിന്റെ പ്രതിഫലനവും അപവർത്തനവും.	152
ഭിത്തികളിലൂടെ കാണാം.	152
സംസാരിക്കുന്ന തല.	154
മുന്നിലോ പിന്നിലോ.	155
കണ്ണാടി കാണാമോ?	155
കണ്ണാടിയിൽ കാണുന്നതാരെ? .	156
കണ്ണാടിയിൽ നോക്കി വരയ്ക്കൽ . . .	157
ഏറ്റവും ഹ്രസ്വവും ശീഘ്രവുമായ മാർഗ്ഗം .	159
കാക്കയും ധാന്യമണികളും	160
കലൈഡോസ്കോപ്പ്	161
മായാമന്ദിരങ്ങളും മരീചികാമന്ദിരങ്ങളും	162
പ്രകാശത്തിന്റെ അപവർത്തനം എന്തുകൊണ്ട്, എങ്ങിനെ?	164
വളഞ്ഞ വഴിയെ പോയാൽ വേഗമെത്താം	166
പുതിയ റോബിൻസൺ ക്രൂസോമാർ	170
തീ കത്തിക്കാൻ ഐസ്	173
സൂര്യപ്രകാശം സഹായിക്കുന്നു	175
മരീചികകൾ	176
“പച്ച രശ്മി”	180
അദ്ധ്യായം. ഒമ്പത്. കാഴ്ച	185
ഫോട്ടോഗ്രാഫി വരുന്നതിനു മുമ്പ് .	185
പലർക്കും അറിഞ്ഞുകൂടാത്തതെന്താണ് .	186
ഫോട്ടോ നോക്കേണ്ട വിധം	187
ഫോട്ടോ എത്ര അകലത്തിൽ പിടിക്കണം.	188
ഭൂതക്കണ്ണാടിയുടെ വിചിത്രഫലം	189
ഫോട്ടോകൾ വലുതാക്കൽ	190
സിനിമാശാലയിലെ ഏറ്റവും നല്ല സീററ്റ് .	191
സചിത്രമാസികാവായനക്കാരുടെ ശ്രദ്ധയ്ക്ക്	192
പെയിന്റിംഗുകൾ നോക്കേണ്ടതെങ്ങിനെ?	194
സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പ്	195
പ്രകൃതിദത്തമായ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പ്	196
ഒരു കണ്ണുകൊണ്ടും രണ്ടു കണ്ണുകൊണ്ടും	199
വ്യാജമാണോ എന്നു കണ്ടുപിടിക്കാനുള്ള എളുപ്പവഴി .	201
അതികായന്മാരുടെ കണ്ണുകളിലൂടെ	202
പ്രപഞ്ചം സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിലൂടെ	204
മുക്കൺ കാഴ്ച	206

സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് തിളക്കം	207
തീവണ്ടിജാലകത്തിലൂടെയുള്ള കാഴ്ച	208
നിറമുള്ള കണ്ണടയിലൂടെ നോക്കുമ്പോൾ	210
“അതുതനിഷ്ഠിച്ചിത്രങ്ങൾ”	211
അപ്രതീക്ഷിതമായ വർണ്ണാന്തരണങ്ങൾ	212
പുസ്തകത്തിന് എന്തു പൊക്കമുണ്ട്?	214
ഗോപുരമണിയുടെ വലിപ്പം	214
കറുപ്പും വെളുപ്പും	215
ഏതക്ഷരമാണ് കൂടുതൽ കറുത്തത്?	217
തുറിച്ചുനോക്കുന്ന മരയാപടം	218
മററ ദൃഷ്ടിഭ്രമങ്ങൾ	219
ഹ്രസ്വദൃഷ്ടി	224
അദ്ധ്യായം പത്തു്. ശബ്ദവും ശ്രവണവും	226
മാറ്റൊലിയെ തേടി	226
ശബ്ദം അളവുകോലാക്കാം	229
ശബ്ദദർപ്പണങ്ങൾ	230
തിയേറ്റർഹാളിലെ ശബ്ദം	231
കടലടിത്തട്ടിൽനിന്നുള്ള മാറ്റൊലി	233
തേനീച്ചകൾ മുരളുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?	234
ശ്രവണഭ്രമങ്ങൾ	235
ചീവീട് എവിടിരിക്കുന്നു?	236
ചെവിയുടെ മറിമായങ്ങൾ	238

അദ്ധ്യായം ഒന്ന്

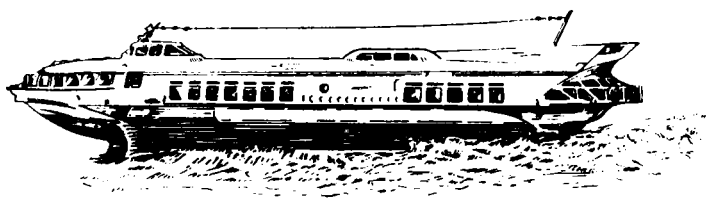
വേഗതയും പ്രവേഗവും. ചലനങ്ങളുടെ ഘടന

നാം എത്ര വേഗം ചലിക്കുന്നു?

നല്ലൊരു ഓട്ടക്കാരൻ എന്നു കിലോമീറ്റർ ദൂരം ഓടാൻ ഉദ്ദേശം 3 മി. 50 സെ. മതിയാകും. 3 മി. 36.8. സെ. ആയിരുന്നു 1958-ലെ ലോകറിക്കാർഡ്. സാധാരണവേഗത്തിൽ നടക്കുന്ന ഒരാൾ സെക്കണ്ടിൽ ഒന്നു മീറ്ററോളം ദൂരം സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഓട്ടക്കാരന്റെ വേഗത കൂടി ഇതേ മാനദണ്ഡംവച്ചു നോക്കിയാൽ അയാൾ സെക്കണ്ടിൽ ഏഴു മീറ്റർ ദൂരം സഞ്ചരിക്കുന്നതായി കാണാം. എന്നാൽ വാസ്തവത്തിൽ ഈ വേഗതകളെ ഈ വിധത്തിൽ താരതമ്യപ്പെടുത്താവുന്നതല്ല. മണിക്കൂറിൽ 5 കി.മീ. എന്ന കണക്കിൽ നമുക്ക് മണിക്കൂറുകളുടപ്പിച്ച് നടക്കാൻ കഴിയും. എന്നാൽ ഓട്ടക്കാരൻ അവന്റെ വേഗത കുറച്ചു സമയത്തേക്കു മാത്രമേ നിലനിർത്താൻ കഴിയൂ. "കപിക്ക് മാർച്ച്" ചെയ്യുന്ന കാലാവസ്ഥാളം സെക്കണ്ടിൽ 2 മീറ്റർ, അഥവാ മണിക്കൂറിൽ ഏഴിൽ ചിലവാനം കി.മീ. വേഗത്തിലാണു നീങ്ങുന്നത്. ഓട്ടക്കാരന്റെ വേഗതയുടെ മൂന്നിലൊന്നു മാത്രമാണിത്. എങ്കിലും കാലാവസ്ഥാളത്തിന് ഓട്ടക്കാരനേക്കാൾ വളരെക്കൂടുതൽ ദൂരം സഞ്ചരിക്കാൻ കഴിയുന്നു.

നമ്മുടെ സാധാരണഗതിയിലുള്ള നടപ്പിന്റെ വേഗതയെ മന്ദഗതിക്ക് പേരെടുത്തിട്ടുള്ള ചെറിനേരയോ ആമയുടേയോ വേഗതയുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തി നോക്കുന്നത് രസാവഹമായിരിക്കും. നമ്മുടെ നടപ്പിന്റെ കൃത്യം ആയിരത്തിലൊന്നു വേഗത്തിലാണ് ചെറു സഞ്ചരിക്കുന്നത്—സെക്കണ്ടിൽ 1.5 മില്ലിമീറ്റർ, അഥവാ മണിക്കൂറിൽ 5.4 മീറ്റർ. മണിക്കൂറിൽ സാധാരണ 70 മീറ്റർ സഞ്ചരിക്കുന്ന ആമയും ചെറിനേക്കാൾ വലിയ മെച്ചമല്ല.

ചെറിനേയും ആമയേയും അപേക്ഷിച്ച് ദ്രുതഗതിയിലുള്ള നമ്മുടെ ചലനത്തെ മറ്റു ചലനങ്ങൾ—അത്രയൊന്നും വേഗതയില്ലാത്ത ചലനങ്ങൾതന്നെ—വളരെയേറെ പിന്നിലാക്കുന്നുണ്ടെന്ന് ചുറ്റും കണ്ണോടി

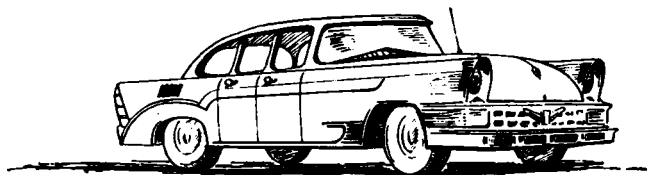


ചിത്രം 1. വേഗത കൂടിയ ഹൈഡ്രോഫോയിൽ യാത്രക്കപ്പൽ

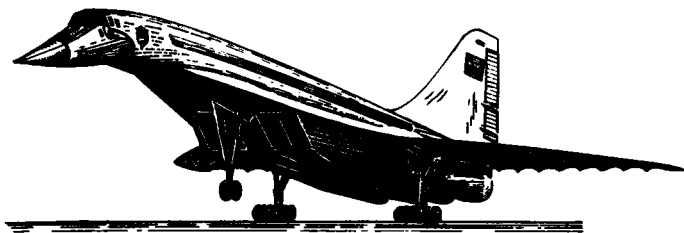
ച്ചാൽ കാണാൻ കഴിയും. സമതലങ്ങളിലൂടെ ഒഴുകുന്ന മിക്ക നദികളുടേയും ഒഴുക്കിനെ വെല്ലാനും മിതമായി വീശുന്ന കാറ്റിന്റെ വേഗതയുടെ ഏതാണ്ടുത്തെത്താനും നമുക്കു കഴിയുമെന്നതു ശരിതന്നെ. എന്നാൽ സെക്കണ്ടിൽ 5 മീറ്റർ പറക്കുന്ന ഈച്ചയോടൊപ്പമെത്തണമെങ്കിൽ കാലിൽ സ്കീകളും ധരിച്ച് മഞ്ഞിലൂടെ തെന്നിപ്പോയാലേ പറവു. കുതിരപ്പറത്തു് കുതിച്ചുപാഞ്ഞാൽപോലും മുയലിന്റേയോ വേട്ടപ്പട്ടിയുടേയോ ഒപ്പമെത്താൻ സാധ്യമല്ല. വിമാനത്തിനു മാത്രമേ കഴുകനെ പിന്നിലാക്കാൻ കഴിയൂ.

ഇങ്ങനെയൊക്കെയാണെങ്കിലും മനുഷ്യൻ കണ്ടുപിടിച്ച യന്ത്രങ്ങൾ മൂലം വേഗതയുടെ കാര്യത്തിൽ അവനെ ജയിക്കാൻ ആരമില്ല.

മണിക്കൂറിൽ 60-70 കി.മീ. വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കാവുന്ന 'റക്കേത്', 'മീറ്റിയോർ' എന്നീ ഹൈഡ്രോഫോയിൽ യാത്രക്കപ്പലുകൾ സമീപകാലത്തു് സോവിയറ്റ് യൂണിയനിൽ നിർമ്മിച്ചിട്ടുണ്ടു് (ചിത്രം 1). വെള്ളത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതിനേക്കാൾ വേഗത്തിൽ കരയിലൂടെ തീവണ്ടിയിലും മോട്ടോർകാറിലും സഞ്ചരിക്കാം. ചില സാർവ്വദേശീയലൈനുകളിൽ സോവിയറ്റ് തീവണ്ടികൾ മണിക്കൂറിൽ 100 കിലോമീറ്ററിനേക്കാൾ വേഗതയിൽ ഓടുന്നു. ZIL-111 (ചിത്രം 2) എന്ന മോട്ടോർകാറിനു് മണിക്കൂറിൽ 170 കി.മീ. വരെ വേഗത



ചിത്രം 2. ZIL-111 എന്ന സോവിയറ്റ് മോട്ടോർകാർ



ചിത്രം 3. TU-144 എന്ന ജെറ്റവിമാനം.

കിട്ടും. എഴു പേർക്ക് ഇരിക്കാവുന്ന ‘‘ചൈക്ക്’’യ്ക്ക് മണിക്കൂറിൽ 160 കിലോമീറ്ററും.

ഇതിലുമെത്രയോ അധികമാണ് ആധുനികവിമാനങ്ങളുടെ വേഗത. മണിക്കൂറിൽ 800 കി.മീ. ശരാശരിവേഗത്തിൽ പറക്കാവുന്ന TU-104, TU-134 എന്നീ ജെറ്റവിമാനങ്ങൾ സോവിയറ്റുയൂണിയനിലേയും അന്യരാജ്യങ്ങളിലേയും വ്യോമപഥങ്ങളിലൂടെ നിത്യേന സഞ്ചരിച്ചുവരുന്നു. ‘‘ശബ്ദസീമ’’യെ മറികടക്കാനും സെക്കണ്ടിൽ 330 മീറ്റർ, അഥവാ മണിക്കൂറിൽ 1,200 കിലോമീറ്റർ എന്ന ശബ്ദവേഗതയെ അതിശയിക്കുന്ന വേഗതകൾ കൈവരുത്താനും ശാസ്ത്രജ്ഞർ യത്നം തുടങ്ങിയിട്ട് അധികകാലമായില്ല. ഇന്ന് അത് യാഥാർത്ഥ്യമായി കഴിഞ്ഞു. മണിക്കൂറിൽ 2,500 കി.മീ. വേഗത്തിൽ പറക്കാവുന്നതും വളരെപ്പേർക്കിരിക്കാവുന്നതുമായ TU-144 സൂപ്പർസോണിക് ജെറ്റവിമാനം സോവിയറ്റുയൂണിയനിൽ നിർമ്മിച്ചിട്ടുണ്ട് (ചിത്രം 3). മണിക്കൂറിൽ 3,000 കി.മീ. വേഗത്തിൽ പറക്കാൻ കഴിവുള്ള ചെറിയ സൂപ്പർസോണിക് ജെറ്റവിമാനങ്ങളും ഇന്ന് നമ്മുടെ പക്കലുണ്ട്.

ഇതിനേക്കാൾപോലും വേഗതയാർജ്ജിക്കാൻ കഴിവുള്ള മനുഷ്യനിർമ്മിതവാഹനങ്ങളുണ്ട്. ആദ്യത്തെ സോവിയറ്റ് സ്പൂട്നിക്കിന്റെ പ്രാരംഭപ്രക്ഷേപണവേഗത ഉദ്ദേശം 8 കി.മീ./സെ. ആയിരുന്നു. തന്നിരപ്പിൽ 11.2 കി.മീ./സെ. വരുന്ന ‘‘വിട്ടൽ’’ പ്രവേഗത്തെ അതിശയിക്കുന്ന ബഹിരാകാശറോക്കറ്റുകൾ സോവിയറ്റ് യൂണിയനിൽ പിന്നീട് നിർമ്മിച്ചിട്ടുണ്ട്.

വേഗതയെ സംബന്ധിച്ച ശ്രദ്ധേയമായ ചില വിവരങ്ങൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു:

പദ്ധതി	സെക്ഷണിൽ	1.5	മി. മീ.	ശതമാനം	മണിക്കൂറിൽ	5.4	മീറ്റർ
ആമ	»	20	»	»	»	72	»
മത്സ്യം	»	1	മീറ്റർ	»	»	3.6	കി. മീ.
പട്ടണത്തുകാരൻ	»	1.4	»	»	»	5	»
കുതിരപ്പട (മുഖഗതി).	»	1.7	»	»	»	6	»
കുതിരപ്പട (ഭൂതഗതി).	»	3.5	»	»	»	12.6	»
ഇപ്പോൾ	»	5	»	»	»	18	»
സ്ത്രീയാത്രക്കാരൻ.	»	5	»	»	»	18	»
കുതിരപ്പട (കുതിരപ്പട).	»	8.5	»	»	»	30	»
ഹൈഡ്രോഫോയിൽ കുപ്പൽ	»	16	»	»	»	58	»
മയൽ.	»	18	»	»	»	65	»
കഴകൻ	»	24	»	»	»	86	»
വേട്ടപ്പട്ടി	»	25	»	»	»	90	»
തിവണ്ടി	»	28	»	»	»	100	»
ZIL-111 കാർ.	»	50	»	»	»	170	»
പത്തു കോർ (റിക്കർഡ്).	»	174	»	»	»	633	»
TL-44 ജോലിമാനം.	»	693	»	»	»	2,500	»
വാതുവിൻ ശബ്ദം.	»	330	»	»	»	1,200	»
സൂപ്പർസോണിക് വിമാനം	»	833.3	»	»	»	3,000	»
ദുരിയുടെ ഭൂമണവേഗം.	»	30,000	»	»	»	108,000	»

ഒരാൾക്ക് രാവിലെ എട്ടു മണിക്ക് പ്ലാസ്ട്രോപ്പിയിൽനിന്നു വിമാനം കയറി അന്നു തന്നെ രാവിലെ എട്ടു മണിക്ക് മോസ്കോയിൽ ഇറങ്ങാൻ കഴിയുമോ?

ഈ ചോദ്യം അസംബന്ധമാണെന്നു വിചാരിക്കരുത്. തികച്ചും സാധ്യമായ ഒരു കാര്യമാണത്. പ്ലാസ്ട്രോപ്പിലേയും മോസ്കോയിലേയും സമയങ്ങൾ തമ്മിൽ 9 മണിക്കൂർ വ്യത്യാസമുണ്ടെന്നതാണ് അതിനു കാരണം. ആ രണ്ടു നഗരങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ദൂരം ഈ 9 മണിക്കൂർ കൊണ്ടു സഞ്ചരിക്കാമെന്നുണ്ടെങ്കിൽ നമ്മുടെ വിമാനത്തിന് പ്ലാസ്ട്രോപ്പിൽനിന്നു പുറപ്പെട്ട സമയത്തുതന്നെ മോസ്കോയിൽ ഇറങ്ങാൻ കഴിയും. അവ തമ്മിലുള്ള ദൂരം ഉദേശം 9,000 കിലോമീറ്റർ വരും. അപ്പോൾ നമ്മൾ മണിക്കൂറിൽ 1,000 കി. മീ. വേഗത്തിൽ പറക്കണമെന്നർത്ഥം. ഇത് ഇന്ന് തികച്ചും സാധ്യതപ്രായമാണ്.

ആർട്ടിക് മേഖലയിൽ സൂര്യനെ (അഥവാ ഭൂമിയെ) 'പന്ത്രത്തിൽ തോല്പിക്കാൻ' ഇത്രപോലും വേഗതയുടെ ആവശ്യമില്ല. 77-ാം അക്ഷരേഖയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന നോവയ സെപ്റ്റുവർ മുക്കളിൽ മണിക്കൂറിൽ 450 കി. മീ. വേഗത്തിൽ പറക്കുന്ന ഒരു വിമാനത്തിന്, അച്ചുതണ്ടിന്മേലുള്ള ഭൂമണത്തിനിടയിൽ ഭൂഗോളത്തിലെ ഒരു നിശ്ചിത ബിന്ദു അതേ കാലയളവിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നത്ര ദൂരം സഞ്ചരിക്കാൻ കഴിയും. ആ വിമാനത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ഒരാൾക്ക് സൂര്യൻ ചലിക്കാതെ നിന്നിട്ടുള്ളതുതന്നെ നിൽക്കുകയാണെന്നു തോന്നും. അത് അസ്സമീകരണമായില്ല. വിമാനം നിശ്ചിതദിശയിൽ ചലിക്കണമെന്നു മറ്റും.

ഭൂമിയെ ചുറ്റുന്ന ചന്ദ്രനെ 'തോല്പിക്കാൻ' ഇതിലും എളുപ്പമാണ്. ഭൂമി അതിന്റെ അച്ചുതണ്ടിൽ ഒരു തവണ കറങ്ങാനെടുക്കുന്നതിന്റെ 29 റൂട്ടി സമയംകൊണ്ടാണ് ചന്ദ്രൻ ഭൂമിയെ ഒരു വലംവയ്ക്കുന്നതു് (നാമിവിടെ താരതമ്യപ്പെടുത്തുന്നത് റൈലിക് പ്രവേഗങ്ങളെയല്ല, 'കോണിയ' പ്രവേഗങ്ങളെയാണ്). അതുകൊണ്ട് 15-18 നാട് വേഗത്തിൽ പോകുന്ന ഒരു സാധാരണ കപ്പലിന് ഭൂമധ്യരേഖയിൽ നിന്ന് വളരെ അകലെയല്ലാത്ത പ്രദേശങ്ങളിൽപോലും ചന്ദ്രനെ 'മറികടക്കാൻ' കഴിയും.

'ശുദ്ധാത്മാക്കളുടെ വിദേശസഞ്ചാരം' എന്ന പുസ്തകത്തിൽ മാർക്സ് ഡെറിൻ ഇക്കാര്യം പറയുന്നുണ്ട്. ന്യൂയോർക്കിൽനിന്ന് അസോർ ദ്വീപുകളിലേക്ക് അറാഗോണിക് സമുദ്രത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ '.....സുഖകരമായ ഗ്രീഷ്മകാലാവസ്ഥയായിരുന്നു. പകലുകളേക്കാൾ കൂടുതലായിരുന്നു രാത്രികൾ. ഞങ്ങൾ എന്നും രാത്രി ഒരേ സമയത്തു്

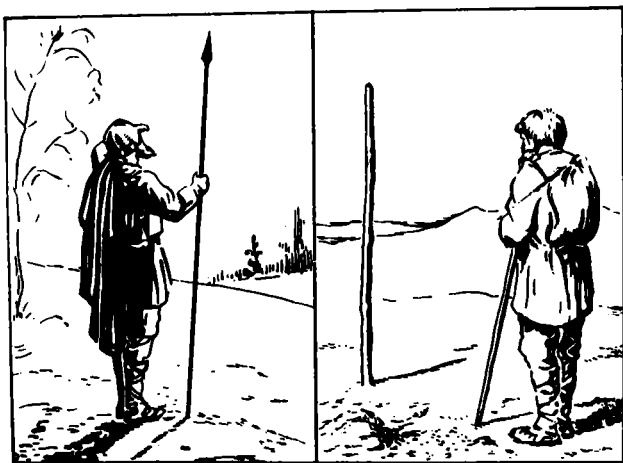
ആകാശത്തു് ഒരു സ്ഥാനത്തു് പൂർണ്ണചന്ദ്രനെ കണ്ട ഒരു സംഭവമുണ്ടായി. ചന്ദ്രന്റെ ഈ അസാധാരണമായ പെരുമാറ്റത്തിനുള്ള കാരണം ഞങ്ങൾക്കു് ആദ്യം മനസ്സിലായില്ല. പിന്നീടാണു് ഞങ്ങൾക്കു് കാര്യം മനസ്സിലായതു്. ഞങ്ങൾ കിഴക്കോട്ടു് അതിവേഗം സഞ്ചരിക്കുന്നതുകൊണ്ടു് ഓരോ ദിവസവും ഇരുപതു മിനിട്ടോളം ലാഭിക്കാൻ കഴിഞ്ഞിരുന്നു. ചന്ദ്രബിംബത്തോടൊപ്പം നീങ്ങാനാവശ്യമായ സമയം ഞങ്ങൾ ഓരോ ദിവസവും ലാഭിച്ചുപോന്നെന്നർത്ഥം..''

സെക്കണ്ടിന്റെ ആയിരത്തിലൊരംശം

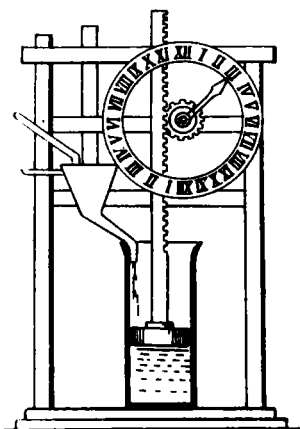
മനുഷ്യരായ നമുക്കു് ഒരു സെക്കണ്ടിന്റെ ആയിരത്തിലൊരംശമെന്നതു് ഒരു സമയമേയല്ല. അത്തരം സമയദൈർഘ്യങ്ങൾ നമ്മുടെ ചില പ്രായോഗികപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടാൻ തുടങ്ങിയിട്ടേയുള്ളൂ. ആകാശത്തെ സൂര്യന്റെ സ്ഥാനമോ നിഴലിന്റെ നീളമോ (ചിത്രം 4) നോക്കി സമയം കണക്കാക്കിയിരുന്ന കാലത്തു് ആളുകൾ മിനിട്ടുകളെ വകവെച്ചുതന്നിരുന്നില്ല. അവ അളക്കേണ്ട ആവശ്യംതന്നെ അവർ കണ്ടിരുന്നില്ല. ജീവിതം വളരെ മന്ദഗതിയിൽ നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരുന്ന പ്രാചീനകാലത്തെ നാഴികമണികളിൽ—സൂര്യഘടികാരത്തിലും മണൽഘടികാരത്തിലും മറ്റും—മിനിട്ടുകൾ അടയാളപ്പെടുത്തിയിരുന്നില്ല (ചിത്രം 5). പതിനെട്ടാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ തുടക്കത്തിൽ മാത്രമാണു് മിനിട്ടുസൂചിയുടെ രംഗപ്രവേശം. സെക്കണ്ടു സൂചി വന്നിട്ടു് കേവലം 150 വർഷമേ ആയിട്ടുള്ളൂ.

നമുക്കു് സെക്കണ്ടിന്റെ ആയിരത്തിലൊരംശത്തിലേക്കു മടങ്ങാം. ആ സമയത്തിനുള്ളിൽ എന്തു സംഭവിക്കാനാണു്? എന്തെല്ലാം സംഭവിക്കാം! ഒരു തീവണ്ടി അത്രയും സമയത്തിനുള്ളിൽ വെറും മൂന്നു സെന്റിമീറ്റർ മാത്രമേ സഞ്ചരിക്കൂ എന്നതു നേരാണ്. പക്ഷെ ശബ്ദം 33 സെന്റിമീറ്ററും വിമാനം ഒരു മീറ്ററോളവും ദൂരം സഞ്ചരിക്കും. സൂര്യനെ ചുറ്റുന്ന ഭൂമി ആ നിമിഷാംശത്തിൽ 30 മീറ്റർ പിന്നിടും. പ്രകാശമാകട്ടെ, 300 കിലോമീറ്ററും.

നമ്മുടെ ചുറ്റുമുള്ള കൊച്ചുകൊച്ചു ജീവികൾക്കു് ചിന്തിക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ടായിരുന്നെങ്കിൽ, ഒരു സെക്കണ്ടിന്റെ ആയിരത്തിലൊരംശം അത്ര നിസ്സാരസമയമായി അവ കരുതുമായിരുന്നില്ല. പ്രാണികളെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം അതു് തികച്ചും അനുഭവഗോചരമായ ഒരു സമയാംശമാണു്. ഒരു സെക്കണ്ടിനുള്ളിൽ ഒരു കൊതുക് 500—600 തവണ അതിന്റെ ചിറകിട്ടിക്കുന്നു. അപ്പോൾ ഒരു സെക്കണ്ടിന്റെ



ചിത്രം 4. സൂര്യന്റെ സ്ഥാനവും (ഇടത്തു്) നിഴലിന്റെ നീളവും (വലത്തു്) നോക്കി സമയമറിയൽ



ചിത്രം 5. (ഇടത്തു്) പ്രാചീനകാലത്തെ ജലഘടികാരം. (വലത്തു്) പഴയൊരു പോക്കറ്റ്വാച്ച്. രണ്ടിലും മിനിട്ടുസൂചിയില്ല.

ആയിരത്തിലൊരംശം സമയംകൊണ്ട് അതിന് ചിറക് പൊക്കാനോ താഴ്ത്താനോ കഴിയുമെന്നർത്ഥം.

നമുക്ക് നമ്മുടെ കൈകാലുകളെ പ്രാണികളോളം വേഗത്തിൽ ചലിപ്പിക്കാൻ സാധ്യമല്ല. നമുക്ക് സാധ്യമായതിൽവെച്ച് ഏറ്റവും വേഗത്തിലുള്ള ചലനം കണ്ണുചിമ്മലാണ്. നമ്മുടെ ദൃഷ്ടിക്ഷേത്രത്തിന് സംഭവിക്കുന്ന താൽക്കാലികമറവുപോലും നാമറിയുന്നില്ല. അത്ര വേഗത്തിലാണ് കൺപോളുകളടങ്ങു തുറക്കുന്നത്. എന്നാൽ, സെക്കണ്ടിന്റെ സഹസ്രാംശങ്ങളിൽ അളക്കുന്നപക്ഷം, അതിവേഗതയുടെ പര്യായമായി അതിർന്നിട്ടുള്ള ഈ കണ്ണുചിമ്മൽ എത്രയും മന്ദമാണെന്നു കാണാൻ കഴിയും. പൂർണ്ണമായ കണ്ണുചിമ്മലിന് കൃത്യം $\frac{2}{5}$ സെക്കണ്ട് സമയമെടുക്കും. അതായത്, ഒരു സെക്കണ്ടിന്റെ ആയിരത്തിൽ നാനൂറ് അംശം. ഈ പ്രക്രിയയെ താഴെപ്പറയുന്ന ഘട്ടങ്ങളായി തിരിക്കാം: കൺപോള അടയ്ക്കൽ (ഇതിന് ഒരു സെക്കണ്ടിന്റെ 75-90 സഹസ്രാംശം വേണം); പൂർണ്ണമായി അടഞ്ഞിരിക്കുന്ന അവസ്ഥ (130-170 സഹസ്രാംശം); കൺപോള തുറക്കൽ (ഉദ്ദേശം 170 സഹസ്രാംശം). ഒരൊറ്റ കണ്ണുചിമ്മലിന് എടുക്കുന്ന സമയം അത്ര കുറവല്ലെന്നും അതിനിടയിൽ കൺപോളയ്ക്ക് വിശ്രമിക്കാൻപോലും അവസരം കിട്ടുന്നുണ്ടെന്നും മനസ്സിലായല്ലോ. ഒരു സെക്കണ്ടിന്റെ സഹസ്രാംശങ്ങൾ നിലനിൽക്കുന്ന മുകളളെ ഫോട്ടോയിൽ പകർത്താൻ കഴിഞ്ഞാൽ, കൺപോളയുടെ രണ്ട് അനുഗൃഹ്യാലനങ്ങളും അവയ്ക്കിടയിൽ കൺപോള വിശ്രമിക്കുന്ന ഒരിടവേളയും വീക്ഷിക്കാൻ കഴിയും.

പൊതുവിൽ പറഞ്ഞാൽ, ആ കഴിവുണ്ടെങ്കിൽ ചുറ്റുപാടുമുള്ള ലോകത്തിന്റെ പാടേ വ്യത്യസ്തമായ ഒരു ചിത്രമായിരിക്കും നമുക്കു ലഭിക്കുക. 'പുതിയ ത്വരിതം' എന്ന കഥയിൽ എച്ച്. ജി. വെൽസ് വിവരിക്കുന്ന തരത്തിലുള്ള അസാധാരണകാഴ്ചകളായിരിക്കും നാം കാണുന്നത്. ഒരു അതുല്യദ്രാവകം കടിക്കുന്ന കഥാനായകന്മാർ ദ്രുതചലനങ്ങളെ വെച്ചേറേയായ നിശ്ചലപ്രതിഭാസങ്ങളായി കാണുന്നു. ആ കഥയിലെ ചില ഭാഗങ്ങൾ ഉദ്ധരിക്കാം.

“ഒരു ജനാലയുടെ മറ ആ രീതിയിൽ തുടങ്ങിക്കിടക്കുന്നത് ഇതിനുമുമ്പ് കണ്ടിട്ടുണ്ടോ?”

“ഞാൻ ആ മറയിലേക്കു നോക്കിയപ്പോൾ, കാരറടിച്ചിട്ടെന്നപോലെ ഒരു മൂല പൊങ്ങിനിൽക്കുന്നത് കണ്ടു.

“ഇല്ല,” ഞാൻ പറഞ്ഞു. ‘വിചിത്രം തന്നെ.’

“‘ഓ ഇതു കണ്ടോ,’ എന്നു പറഞ്ഞുകൊണ്ട് അയാൾ കയ്യിലുള്ള ഗ്ലാസിൽനിന്നു പിടി വിട്ടു. ഞാനൊന്നു ഞെട്ടി. ആ ഗ്ലാസ് ഇപ്പോൾ തകർന്ന് തവിടുപൊടിയാകും, ഞാൻ വിചാരിച്ചു. പക്ഷേ തകരുന്നത്

പോയിട്ട്, അത് അനങ്ങിയതുപോലുമില്ല. അത് വായുവു് അനങ്ങാതെ തുങ്ങിക്കിടന്നു.

“ഗിബ്ബൺ പറഞ്ഞു: ‘ഏകദേശമായി പറഞ്ഞാൽ, ഈ പ്രദേശങ്ങളിൽ ഒരു പദാർത്ഥം സെക്കണ്ടിൽ 5 മീറ്റർ വേഗത്തിലാണ് താഴോട്ടു വീഴുന്നത്. ഈ ഗ്ലാസ് സെക്കണ്ടിൽ 5 മീറ്റർ എന്ന വേഗത്തിൽ ഇപ്പോൾ വീണുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. പക്ഷെ സെക്കണ്ടിന്റെ നൂറിലൊരംശം ഇനിയുമായിട്ടില്ലെന്ന് അറിയാമല്ലോ.* എന്റെ ത്വരിതത്തിന്റെ ശക്തിയെപ്പറ്റി ഒരു ഏകദേശരൂപം നിങ്ങൾക്ക് ഇതിൽനിന്നും ലഭിക്കുമല്ലോ.’

“ഗ്ലാസ് മെല്ലെ താഴോട്ടിറങ്ങാൻ തുടങ്ങി. ഗിബ്ബൺ കൈ നീട്ടി അതിന്റെ അടിക്കു പിടിച്ച് താഴോട്ടൊരു വലി കൊടുത്തു....

“ഞാൻ ജനാലയിലൂടെ പുറത്തേക്കു നോക്കി. ഒരു സൈക്കിൾ, യാത്രക്കാരൻ നിശ്ചലനായി തലയും കനിച്ചുപിടിച്ച് ഇരിക്കുന്നു. സൈക്കിൾചക്രത്തിന്റെ പുറകിലുള്ള പൊടിപടലവും മരവിച്ചിരിക്കുകയാണ്. കരിച്ചപായുന്ന നിലയിൽ നിശ്ചലമായി നിൽക്കുന്ന ഒരു കരിരവണ്ടിയെ മറികടക്കാനാണ് സൈക്കിൾക്കാരന്റെ ശ്രമം....

“ഞങ്ങൾ പടി കടന്ന് റോഡിലേക്കിറങ്ങി. കല്ലിൽ കൊത്തിവെച്ചതുപോലുള്ള ആ സവാരിവണ്ടിയെ ഞങ്ങൾ സസ്യക്ഷുപരിശോധിച്ചു. ചക്രങ്ങളുടെ മുകൾഭാഗം, വണ്ടിക്കുതിരകളുടെ ചില കാലുകൾ, ചാട്ടയുടെ അറ്റം, കോട്ടുവായിടാൻ തുടങ്ങിയ കണ്ടക്ടറുടെ കീഴ്ത്താടി—ഇത്രയും അനങ്ങുന്നതു കാണാമായിരുന്നു. മറെറല്ലാം നിശ്ചലം. മാത്രമല്ല, ഒരു മനുഷ്യന്റെ തൊണ്ടയിൽനിന്നു കേട്ട നേരിയ ഘർഷരശബ്ദം മാഴിച്ചാൽ നിശ്ശബ്ദം! ഒരു വണ്ടിക്കാരൻ, ഒരു കണ്ടക്ടർ, കൂടാതെ പതിനൊന്നാളുകൾ—ഇവരെല്ലാം ഈ നിശ്ചലദൃശ്യത്തിന്റെ ഭാഗങ്ങളായിരുന്നു!...

“ശക്തിയായി വീശുന്ന കാറ്റിനെതിരെ പത്രം മടക്കാനുള്ള സാഹസപ്രയത്നത്തിനിടയിൽ ഒരു ഹെറിയ മനുഷ്യൻ മരവിച്ച നിലയിൽ കാണപ്പെട്ടു. ഞങ്ങൾക്കാവട്ടെ, അങ്ങിനെയൊരു കാറ്റു് അങ്ങു വെട്ടുതുതന്നെയില്ല....

* താഴോട്ടുള്ള വീഴ്ചയുടെ ആദ്യത്തെ നൂറിലൊരംശം സെക്കണ്ടിനിടയിൽ ഒരു പദാർത്ഥം 5 മീറ്ററിന്റെ നൂറിലൊരംശമല്ല, പതിനായിരത്തിലൊരംശം ദൂരമേ സഞ്ചരിക്കൂ എന്നും ഓർക്കേണ്ടതുണ്ട് ($S = \frac{1}{2}gt^2$ എന്ന ഫോർമുലയനുസരിച്ച്). അതായത്, $\frac{1}{2}$ മില്ലിമീറ്ററേതാവാം. ആദ്യത്തെ ആയിരത്തിലൊരംശം സെക്കണ്ടിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരം വെറും $\frac{1}{100}$ മില്ലിമീറ്ററാണ്.

“ആ ദ്രാവകം എന്റെ സിരകളിൽ പ്രവർത്തിക്കാൻ തുടങ്ങിയതിനുശേഷം ഞാൻ ഇപ്പറഞ്ഞതും ചിന്തിച്ചതും പ്രവർത്തിച്ചതുമായ സർവ്വതും നടന്നത് ആ മനുഷ്യരുടെ ദൃഷ്ടിയിൽ, ലോകത്തിന്റെ ദൃഷ്ടിയിൽ, കണ്ണടച്ച തുറക്കുന്ന സമയത്തിനുള്ളിലാണ്...”

ശാസ്ത്രജ്ഞർക്ക് ഇന്ന് അളക്കാൻ കഴിയുന്ന ഏറ്റവും ചുരുങ്ങിയ സമയം എത്രയാണെന്നറിയാമോ? ഈ നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആരംഭത്തിൽ അത് ഒരു സെക്കണ്ടിന്റെ പതിനായിരത്തിലൊരംശമായിരുന്നു. ഇന്ന് ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് ഒരു സെക്കണ്ടിന്റെ പതിനായിരം കോടിയിലൊരംശം അളക്കാൻ കഴിയും. ഒരു സെക്കന്റ് 3,000 വർഷത്തേക്കാൾ എത്ര മടങ്ങ് കുറവാണ്, ഏതാണ്ടത്ര മടങ്ങുതന്നെ ഒരു സെക്കണ്ടിനേക്കാൾ കുറവാണ് ഈ അംശം!

സ്റ്റോമോഷൻ ക്യാമറ

കഥ എഴുതുന്ന സമയത്തു് തനിക്കു് അങ്ങിനെയൊരു കാഴ്ച കാണാൻ കഴിയുമെന്ന് എച്ച്. ജി. വെൽസ് ഒരിക്കലും പ്രതീക്ഷിച്ചിരുന്നിരിക്കില്ല. എന്നാൽ, താൻ ഭാവനയിൽ കണ്ടതുപോലുള്ള ചിത്രങ്ങൾ അദ്ദേഹത്തിനു് സ്വന്തം ജീവിതകാലത്തുതന്നെ കാണാൻ കഴിഞ്ഞു— “സ്റ്റോമോഷൻ ക്യാമറ” എന്നറിയപ്പെടുന്ന കണ്ടുപിടിത്തത്തിന്റെ ഫലമായി. സാധാരണ ചലച്ചിത്രക്യാമറകൾ സെക്കണ്ടിൽ 24 ഷോട്ടുകളെടുക്കുമ്പോൾ ഈ ക്യാമറ അതിലേത്രയോ ഇരട്ടി ഷോട്ടുകളെടുക്കുന്നു. ഈ ക്യാമറയിൽ എടുത്ത ഫിലിം, സെക്കണ്ടിൽ 24 ചിത്രങ്ങൾ എന്ന തോതിലുള്ള സാധാരണ വേഗതയിൽ പ്രദർശിപ്പിക്കുകയാണെങ്കിൽ, സാധാരണത്തേതിലും വളരെയേറെ മനമായ ചലനങ്ങളായിരിക്കും നമുക്കു കാണാൻ കഴിയുക. ഉദാഹരണത്തിനു് മേലോട്ടു് കുതിച്ചുപാടുന്ന ഒരൊരു വായുവിലൂടെ നീന്തുകയാണെന്നു തോന്നും. കൂടുതൽ സങ്കീർണ്ണങ്ങളായ സ്റ്റോമോഷൻ ക്യാമറകൾ വെൽസിന്റെ കാല്പനിക ലോകത്തെ ഒട്ടുമിക്കാലും യാഥാർത്ഥ്യമാക്കിയിട്ടുണ്ടെന്നുതന്നെ പറയാം.

നമ്മൾ സൂര്യൻ ചുറ്റും കൂടുതൽ വേഗം

നീങ്ങുന്നത് പകലോ രാത്രിയോ?

വെറും 25 സെന്റൈമീനു് സുഖകരമായ വിനോദസഞ്ചാരത്തിനുള്ള വഴി വാഗ്ദാനം ചെയ്യുകൊണ്ടുള്ള ഒരു പരസ്യം ഒരിക്കൽ പാരീസിലെ പത്രങ്ങളിൽ വരികയുണ്ടായി. പല ശുദ്ധാത്മാക്കളും ആ തുക അയച്ചുകൊടുത്തു. അവരോരോരുത്തർക്കും ഇങ്ങനെയൊരു മറുപടി കിട്ടി:

“സുഹൃത്തേ, താങ്കളുടെ മെത്തയിൽ സ്വസ്ഥമായി വിശ്രമിച്ചുകൊണ്ട് ഭൂമി തിരിയുന്നുണ്ടെന്ന കാര്യം ഓർക്കുക. പാരീസ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന 49-ാം സമാന്തരരേഖയിൽ നിങ്ങൾ പ്രതിദിനം 25,000 കിലോമീറ്ററിലധികം ദൂരം സഞ്ചരിക്കുന്നുണ്ട്. നല്ല കാഴ്ച കാണണമെന്നുണ്ടെങ്കിൽ ജനാലയുടെ മറ നീക്കി നക്ഷത്രാവചിതമായ ആകാശം നോക്കി രസിക്കുക.”

പരസ്യക്കാരനെ കണ്ടുപിടിച്ചു വിശ്വാസവഞ്ചനയ്ക്കു വിസ്മരിച്ചു. ന്യായാധിപന്റെ വിധി സശ്രദ്ധം കേട്ടു, ആവശ്യപ്പെട്ട പിഴയൊടുക്കിയതിനുശേഷം അയാൾ നാടകീയമായ ഒരംഗവിന്യാസത്തോടെ ഗലീലിയോയുടെ വിശുതവചനങ്ങൾ ആവർത്തിച്ചുവത്രേ:

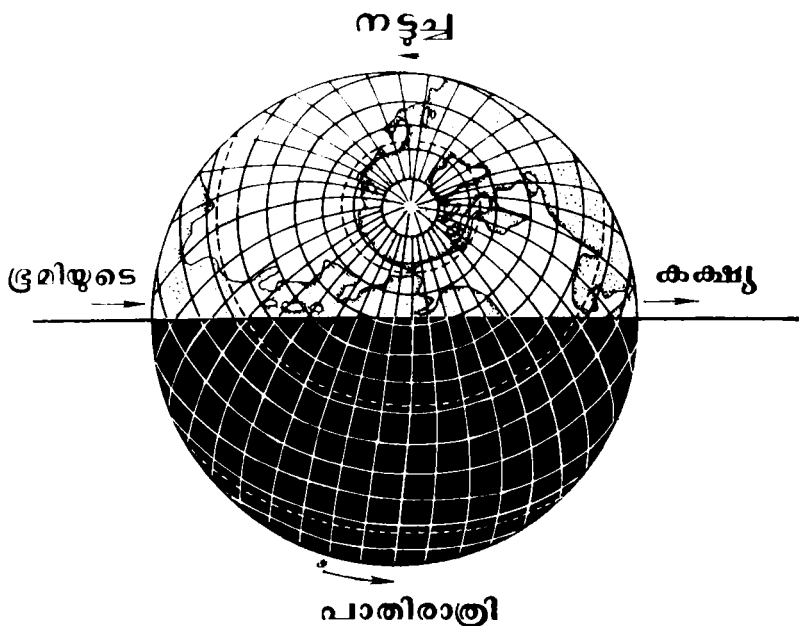
“എന്തായാലും അതു തിരിയുന്നുണ്ട്!”

പരസ്യക്കാരൻ പറഞ്ഞതു പ്രത്യക്ഷത്തിൽ ശരിയാണ്. കാരണം, ഭൂമിയിലെ ഓരോ നിവാസിയും ഭൂമിയുടെ തിരിയലിനോടൊപ്പം “സഞ്ചരിക്കുന്നു” എന്നു മാത്രമല്ല, അതിലേറെ വേഗത്തിൽ സൂര്യൻ ചുറ്റും ഭൂമിയുടെ പരിക്രമണത്തോടൊപ്പം നീങ്ങുന്നുമുണ്ട്. നമ്മളും മറ്റൊരാളും ചരാചരങ്ങളുമടക്കം നമ്മുടെ ഈ ഭൂഗോളം ഓരോ സെക്കണ്ടിലും സ്റ്റേസിൽ 30 കിലോമീറ്റർ സഞ്ചരിക്കുന്നുണ്ട്. ആ സമയത്തെല്ലാം അതു് അച്ചുതണ്ടിൽ തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടുചരിക്കുന്നു. അപ്പോൾ ഒരു ചോദ്യം ഉദിക്കുന്നു: നമ്മൾ സൂര്യൻ ചുറ്റും കൂടുതൽ വേഗത്തിൽ നീങ്ങുന്നത് എപ്പോഴാണ്—പകലോ രാത്രിയോ?

വേണ്ടത്ര ചിന്തിക്കാതെ ഉന്നയിച്ച ഒരു ചോദ്യമാണിതെന്നു തോന്നിയേക്കാം. കാരണം, എപ്പോഴും ഭൂമിയുടെ ഒരു വശത്തു പകലും മറുവശത്തു രാത്രിയുമായിരിക്കും. പിന്നെന്തർത്ഥമാണ് ഈ ചോദ്യത്തിന്? അർത്ഥമില്ലെന്നു പറഞ്ഞു തള്ളിക്കളയരുതു്. കാരണം, ഭൂമിയൊട്ടാകെയല്ല, ഭൂമിയിൽ നിവസിക്കുന്ന നമ്മൾ നക്ഷത്രങ്ങൾക്കിടയിലൂടെ കൂടുതൽ വേഗം സഞ്ചരിക്കുന്നത് എപ്പോഴാണെന്നാണു ചോദ്യം. ഇതു് അർത്ഥമില്ലാത്ത ചോദ്യമല്ല.

സൗരയൂഥത്തിൽ നമുക്ക് രണ്ടു ചലനങ്ങളുണ്ട്: നമ്മൾ സൂര്യൻ ചുറ്റും പരിക്രമിക്കുകയും അതേസമയം ഭൂമിയുടെ അച്ചുതണ്ടിനു ചുറ്റും തിരിയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ രണ്ടു ചലനങ്ങളും പരിപൂരകങ്ങളാണെന്നിലും നമ്മൾ ഭൂമിയുടെ പകൽഭാഗത്തോ രാത്രിഭാഗത്തോ എന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചു് ഫലം വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും.

ചിത്രം 6 നോക്കുക. അർദ്ധരാത്രിസമയത്തു് ഭൂമിയുടെ ഘൂർണ്ണന വേഗത പരിക്രമണവേഗതയോടു് കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെടുന്നുണ്ടെന്നും നേരെ മറിച്ച് മദ്ധ്യാഹ്നസമയത്തു് അതു് പരിക്രമണവേഗതയിൽനിന്നും കുറയ്ക്കപ്പെടുന്നുണ്ടെന്നും വ്യക്തമാവും. അങ്ങിനെ നമ്മൾ നട്ടുച്ചയേക്കാൾ



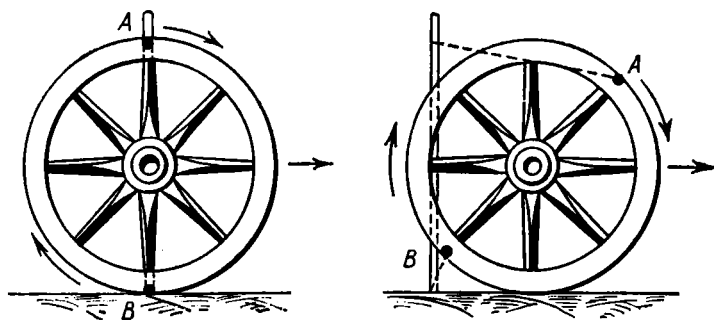
ചിത്രം 6. ഭൂഗോളത്തിന്റെ രാത്രിഭാഗത്തുള്ളവർ പകൽഭാഗത്തുള്ളവരെക്കാൾ വേഗത്തിൽ സൂര്യനെ ചുറ്റുന്നു

വേഗത്തിൽ പാതിരാത്രി സമയത്തുണ്ടാകുന്നതിൽ നിന്നും. ഭൂമധ്യരേഖയിലെ ഏതു ബിന്ദുവും സെക്കണ്ടിൽ അര കിലോമീറ്ററോളം ദൂരം സഞ്ചരിക്കുന്നതുകൊണ്ട് അവിടെ മധ്യാഹ്നത്തിലേയും അർദ്ധരാത്രിയിലേയും വേഗതകൾ തമ്മിൽ സെക്കണ്ടിൽ ഒരു കിലോമീറ്റർത്തന്നെ വ്യത്യാസം വരും.

വണ്ടിച്ചക്രത്തിന്റെ കടംകഥ

ഒരു വണ്ടിയുടേയോ സൈക്കിളിന്റേയോ ചക്രത്തിന്റെ വക്കത്തു് ഒരു തുണ്ട് വർണ്ണക്കടലാസ് പതിച്ചിട്ടു്, വണ്ടിയോ സൈക്കിളോ നീങ്ങുമ്പോൾ സംഭവിക്കുന്നതെന്താണെന്നു നോക്കുക. തറയോടടുത്തു് കടലാസുതുണ്ട് ഏറെക്കുറെ തെളിഞ്ഞു കാണാമെന്നിരിക്കെ മുകൾഭാഗത്തു് അതു് അതിവേഗം മിന്നിമറയുന്നു.

ചക്രത്തിന്റെ മുകൾഭാഗം അടിക്കാത്തതുകൊണ്ട് വേഗം നീങ്ങുന്നതായി തോന്നുന്നില്ലേ? വണ്ടിച്ചക്രത്തിന്റെ അഴികൾ നോക്കുമ്പോഴും അതുതന്നെയല്ലേ തോന്നുക? മുകൾഭാഗത്തെ അഴികൾ പരസ്പരം ലയിച്ചുചേർന്നതുപോലെ തോന്നുമ്പോൾ അടിക്കാത്ത അഴികളെ വ്യക്തമായി വേർതിരിച്ചറിയാൻ കഴിയും.



ചിത്രം 7. A,B എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽനിന്ന് കമ്പിലേക്കുള്ള ദൂരങ്ങൾ താരതമ്യപ്പെടുത്തി നോക്കിയാൽ ഉരുണ്ടുപോകുന്ന ചക്രത്തിന്റെ (വലതു്) മുകൾഭാഗം അടിക്കാത്തതുകൊണ്ട് വേഗത്തിൽ നീങ്ങുന്നുവെന്നു ബോദ്ധ്യമാകും.

അതുതന്നെ പഠയട്ടെ, വണ്ടിച്ചക്രത്തിന്റെ മുകൾഭാഗം അടിക്കാത്തതുകൊണ്ട് വേഗത്തിൽ നീങ്ങുന്നുണ്ടെന്നതു് ഒരു സത്യമാണ്. വിശ്വസിക്കാൻ പ്രയാസമാണെങ്കിലും ഇതിന്റെ കാരണം ലളിതമാണ്. ഉരുളുന്ന ചക്രത്തിലെ ഓരോ ബിന്ദുവിനും ഒരു സമയത്തു് രണ്ടു ചലനങ്ങളുണ്ട്—അച്ചുതണ്ടിനു ചുറ്റുമുള്ള ചലനം, അച്ചുതണ്ടിനോടൊപ്പം മുന്നോട്ടുള്ള ചലനം. ഭൂമിയടുത്തുപോലെ തന്നെ. രണ്ടു ചലനങ്ങളും ഒന്നിനൊന്നു പരിപൂരകങ്ങളാണെങ്കിലും ചക്രത്തിന്റെ മുകൾഭാഗത്തെയും അടിക്കാത്തതെയും സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ഫലം വ്യത്യസ്തമാണ്. മുകൾഭാഗത്തു് ചക്രത്തിന്റെ പൂർണ്ണചലനം പരിക്രമണചലനത്തോടു കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെടുന്നു. കാരണം, രണ്ടും ഒരു ദിശയിലേക്കുള്ള ചലനങ്ങളാണ്. അടിക്കാത്തതുകൊണ്ട്, പൂർണ്ണചലനം എതിർദിശയിലേക്കാണ്. അപ്പോൾ പരിക്രമണചലനത്തിൽനിന്ന് അതിനെ കുറയ്ക്കണം. ഇതുകൊണ്ടാണ് ചക്രത്തിന്റെ മുകൾഭാഗം അടിക്കാത്തതുകൊണ്ട് വേഗത്തിൽ നീങ്ങുന്നതായി ഒരു നിശ്ചലനിരീക്ഷകനു തോന്നുന്നതു്.

ചെറിയൊരു പരീക്ഷണം നടത്തി തെളിയിക്കാവുന്നതാണിത്. അനങ്ങാതെ നിൽക്കുന്ന വണ്ടിയുടെ ചക്രത്തിന്റെ അച്ചുതണ്ടിനു തൊട്ടടുത്തായി തറയിൽ ഒരു കമ്പു നാട്ടുക. കരികൊണ്ടോ ചോക്കകൊണ്ടോ ചക്രത്തിന്റെ വക്കിൽ ഏറ്റവും മുകളിലും താഴെയും അടയാളപ്പെടുത്തുക. കമ്പിന്റെ നേരെ എതിരെയായിരിക്കണം അടയാളങ്ങൾ. അടുത്തതായി, വണ്ടി അല്പം വലത്തോട്ടു തള്ളിനീക്കുക (ചിത്രം 7). ചക്രത്തിന്റെ അച്ചുതണ്ട് കമ്പിൽനിന്നും ഏതാണ്ട് 20-30 സെന്റിമീറ്റർ നീങ്ങിയിരിക്കണം. അടയാളങ്ങളുടെ നീക്കം ശ്രദ്ധിക്കുക. മുകളിലത്തേതു് (A), നേരത്തേതിൽനിന്നു വളരെക്കുറച്ചു മാത്രം നീങ്ങിയിട്ടുള്ള താഴത്തെ അടയാളത്തെക്കാൾ (B) ബഹുദൂരം നീങ്ങിയിട്ടുള്ളതായി കാണാം.

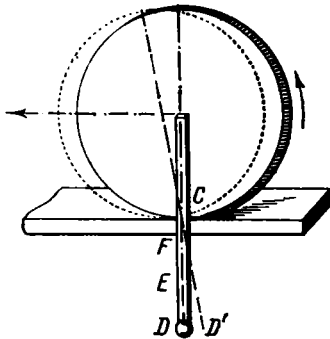
ചക്രത്തിന്റെ ഏറ്റവും മുമ്പായ ഭാഗം.

ഉരുണ്ടുപോകുന്ന വണ്ടിച്ചക്രത്തിന്റെ എല്ലാ ഭാഗങ്ങളും ഒരേ വേഗതയിലല്ല നീങ്ങുന്നതെന്നു നാം കണ്ടല്ലോ. ഏതു ഭാഗമാണ് ഏറ്റവും മുമ്പായി നീങ്ങുന്നതു്? നിലത്തു തൊട്ടിരിക്കുന്ന ഭാഗം. കൃത്യമായി പറഞ്ഞാൽ, നിലത്തു തൊടുന്ന നിമിഷത്തിൽ ആ ഭാഗം തികച്ചും നിശ്ചലമാണ്. ഉരുളുന്ന ചക്രത്തിന്റെ കാര്യം മാത്രമാണ് പറഞ്ഞതു്. നിശ്ചലമായ അച്ചുതണ്ടിന്റെ ചുറ്റും തിരിയുന്ന ചക്രത്തിൽ സ്ഥിതി വ്യത്യസ്തമാണ്. ഉദാഹരണത്തിനു് ഒരു യന്ത്രത്തിന്റെ ചക്രത്തിൽ എല്ലാ ഭാഗങ്ങളും ഒരേ വേഗത്തിലാണു നീങ്ങുന്നതു്.

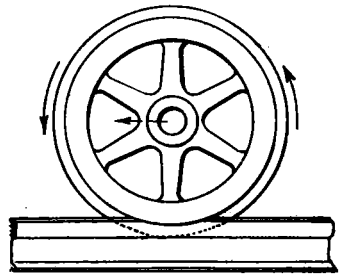
ഒരു കടംകഥ കൂടി

ഇത്രതന്നെ രസകരമായ മറ്റൊരു പ്രശ്നം പറയാം. ലെനിൻഗ്രാവിൽനിന്നു മോസ്കോയിലേക്കു പോകുന്ന ഒരു തീവണ്ടിയിൽ നേരെ എതിർ ദിശയിലേക്കു നീങ്ങുന്ന ബിന്ദുക്കളുണ്ടാവുമോ?

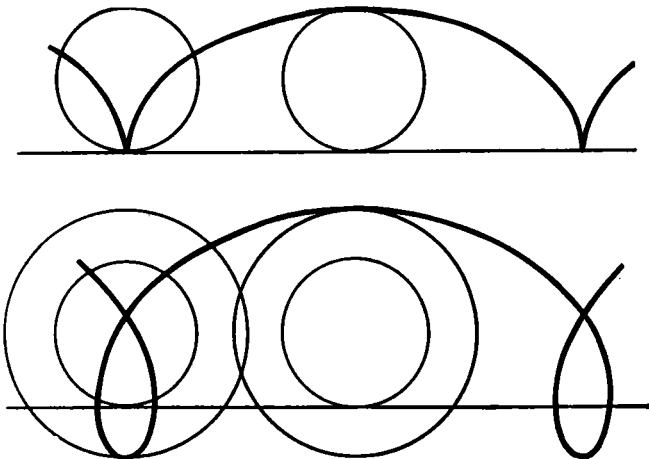
ഓരോ വണ്ടിച്ചക്രത്തിലും ഓരോ നിമിഷത്തിലും അത്തരം ബിന്ദുക്കളുണ്ട്. ചക്രത്തിന്റെ ഉന്തിനിൽക്കുന്ന വക്കിലെ അടിഭാഗത്തുള്ള ബിന്ദുക്കളാണവ. തീവണ്ടി മുന്നോട്ടു പോകുമ്പോൾ അവ പുറകോട്ടു പോകുന്നു. ചെറിയൊരു പരീക്ഷണം നടത്തി എളുപ്പം മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണിത്. ഒരു തീപ്പെട്ടിക്കോലെടുത്തു് ഒരു നാണയത്തിന്റെ വ്യാസാർദ്ധത്തിൽനിന്നു് ഉന്തിനിൽക്കുന്ന വിധം ഒട്ടിച്ചുവയ്ക്കുക (ചിത്രം 8).



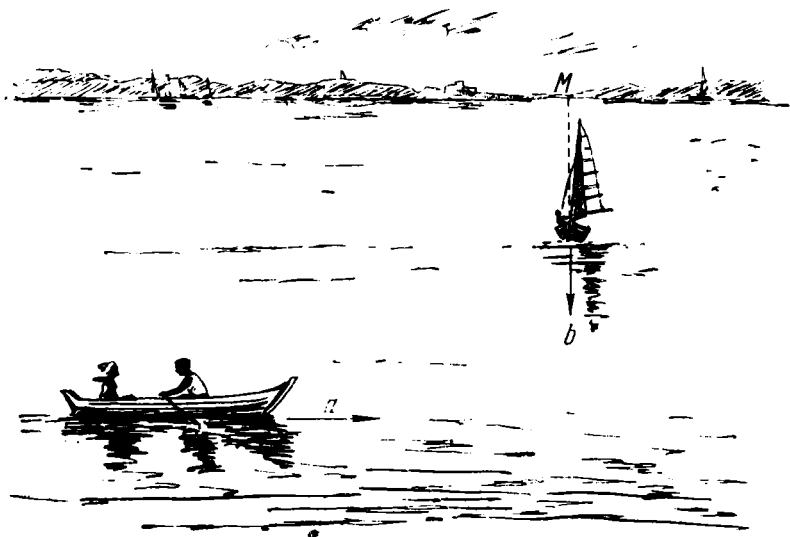
ചിത്രം 8. തുട്ട് ഇടത്തോട്ട് ഉരുട്ടുമ്പോൾ തീപ്പെട്ടിക്കോലിന്റെ ഉന്തിനിൽക്കുന്ന ഭാഗത്തെ F, E, D എന്നീ ബിന്ദുക്കൾ പുറകോട്ട് നീങ്ങുന്നു



ചിത്രം 9. തീവണ്ടിച്ചക്രം ഇടത്തോട്ട് ഉരുളുമ്പോൾ വക്കിന്റെ അടിഭാഗം എതിർദിശയിൽ ഉരുളുന്നു



ചിത്രം 10. മുകളിൽ: ഉരുണ്ടുപോകുന്ന കൈവണ്ടിച്ചക്രത്തിന്റെ വക്കിലെ ഓരോ ബിന്ദുവും രചിക്കുന്ന വക്രം (സൈക്ലോയ്ഡ്). താഴെ: തീവണ്ടിച്ചക്രത്തിന്റെ വക്കിലെ ഓരോ ബിന്ദുവും രചിക്കുന്ന വക്രം.



ചിത്രം 11. പാകെട്ടിയ വള്ളം കളിത്തോണിക്കു കറക്കെ പോകുന്നു. a, b എന്നീ അമ്പടയാളങ്ങൾ അവയുടെ വേഗതകൾ കുറിക്കുന്നു. കളിത്തോണിയിലുള്ളവർ കാണുന്നതെന്തായിരിക്കും?

തീപ്പെട്ടിക്കോൽ കത്തനെ നിൽക്കുന്നവണ്ണം നാണയത്തെ തള്ളവിരൽ കൊണ്ട് ഒരു പരന്ന സ്തേയിലിന്റെ വക്കത്തു് ഒരു ബിന്ദുവിൽ (C) കുത്തിനിർത്തുക. ഇനി നാണയത്തെ വലത്തുനിന്നു് ഇടത്തോട്ടു് ഉരുട്ടുക. തീപ്പെട്ടിക്കോലിന്റെ ഉത്തിനിൽക്കുന്ന F, E, D എന്നീ ബിന്ദുക്കൾ മുമ്പോട്ടല്ല പുറകോട്ടാണു നീങ്ങുന്നതെന്നു കാണാൻ കഴിയും. D നാണയത്തിന്റെ വക്കിൽനിന്നു് എത്രകണ്ട് കൂടുതൽ അകന്നാണോ അത്രകണ്ട് കൂടുതൽ പ്രകടമാണു് പുറകോട്ടുള്ള ഈ ചലനം (D D'-ലേക്കു നീങ്ങുന്നു).

തീവണ്ടിച്ചക്രത്തിന്റെ അടിവശത്തെ ബിന്ദുക്കളും ഇതേ വിധത്തിലാണു നീങ്ങുന്നതു്. അതുകൊണ്ടു് തീവണ്ടിയിലെ ചില ബിന്ദുക്കൾ മുന്നോട്ടല്ല പിന്നോട്ടാണു നീങ്ങുന്നതെന്നു കേൾക്കുമ്പോൾ അത്ഭുതപ്പെടരുതു്. പിന്നോട്ടുള്ള ഈ ചലനം ഒരു സെക്കണ്ടിന്റെ വളരെ നിസ്സാരമായ ദശംശം സമയത്തേക്കേയുള്ളവെന്നതു ശരിതന്നെ. എങ്കിലും നമ്മുടെ സുപരിചിതധാരണകൾക്കെതിരായി, ഓടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു തീവണ്ടിയിൽ ഒരു പ്രതീപചലനമുണ്ടെന്നതു് വാസ്തവമാണു്. 9,10 എന്നീ ചിത്രങ്ങളിൽനിന്നും ഇതു വ്യക്തമാവും.

b എന്ന അമ്പടയാളത്തിന്റെ ദിശയിൽ മാത്രമല്ല, തങ്ങളുടെ ദിശയ്ക്കു തിരായി a എന്ന കത്തുവരയുടെ ദിശയിലും നീങ്ങുന്നതായിട്ടാണ് കളിത്തോണിയിലിരിക്കുന്നവർക്കു തോന്നുന്നത് (ചിത്രം 12). വള്ളത്തിന്റെ യഥാർത്ഥവും പ്രത്യക്ഷവുമായ ഈ രണ്ടു ചലനങ്ങൾ സമാന്തരചതുർഭുജത്തിന്റെ നിയമത്തിനു വിധേയമാകുന്നു. അതിന്റെ ഫലമായി വള്ളം ab എന്ന സമാന്തരചതുർഭുജത്തിന്റെ വികർണ്ണരേഖയുടെ ദിശയിലാണ് നീങ്ങുന്നതെന്നും അതു പുറപ്പെട്ടത് M-ൽനിന്നല്ല അതിനേക്കാൾ വളരെ മുമ്പിലുള്ള N-ൽനിന്നാണെന്നും കളിത്തോണിയിലുള്ളവർക്കു തോന്നുന്നു (ചിത്രം 12).

വള്ളം പുറപ്പെട്ട സ്ഥാനം കളിത്തോണിയിലുള്ളവർ തെറ്റായി ചൂണ്ടിക്കാട്ടിയതുപോലെതന്നെയാണ് ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണപഥത്തോടൊപ്പം സഞ്ചരിക്കുന്ന നമ്മൾ നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സ്ഥാനം നിർണ്ണയിക്കുന്നത്. ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണപഥത്തിന്റെ ദിശയിലേക്കു് അല്പം നീങ്ങിയ നിലയിലാണ് നമ്മൾ നക്ഷത്രങ്ങളെ കാണുന്നത്. പ്രകാശത്തിന്റേതുമായി തട്ടിച്ചുനോക്കുമ്പോൾ ഭൂമിയുടെ വേഗത തുലോം അഗണ്യം (പതിനായിരത്തിലൊരംശം മാത്രം) ആയതുകൊണ്ടു് നക്ഷത്രങ്ങളുടെ ഈ വിസ്ഥാപനം നിസ്സാരമാണെന്നതു ശരീതന്നെ. എങ്കിലും ഖഗോളീയോപകരണങ്ങൾവഴി നമുക്കതു് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയും.

മുകളിൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ള ചോദ്യം നിങ്ങൾക്കിഷ്ടപ്പെട്ടെങ്കിൽ വള്ളത്തിന്റെ പ്രശ്നത്തെ സംബന്ധിക്കുന്ന രണ്ടു ചോദ്യങ്ങൾക്കുകൂടി ഉത്തരം കണ്ടെത്താൻ ശ്രമിക്കുക.

1) വള്ളത്തിലിരിക്കുന്നവരുടെ ദൃഷ്ടിയിൽ കളിത്തോണി ഏതു ദിശയിലാണ് നീങ്ങുന്നത്?

2) കളിത്തോണി എങ്ങോട്ടു പോകുന്നതായിട്ടാണ് വള്ളക്കാർക്കു തോന്നുന്നത്?

ഈ ചോദ്യങ്ങൾക്കു മറുപടി പറയാൻ, a എന്ന അമ്പടയാളത്തിന്മേൽ വേഗതകളുടെ ഒരു സമാന്തരചതുർഭുജം വരയ്ക്കണം (ചിത്രം 12). കളിത്തോണി കോണായി കറയുടെ നേരെ നീങ്ങുന്നുവെന്നു വള്ളക്കാർക്കു തോന്നുമെന്ന് ആ ചതുർഭുജത്തിന്റെ വികർണ്ണരേഖ സൂചിപ്പിക്കുന്നതാണ്.

അദ്ധ്യായം രണ്ടു്

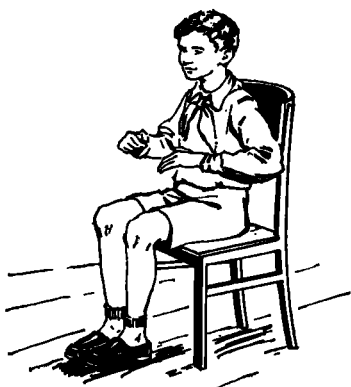
ഗുരുത്വവും ഭാരവും. ഉത്തോലകം.

മർദ്ദം

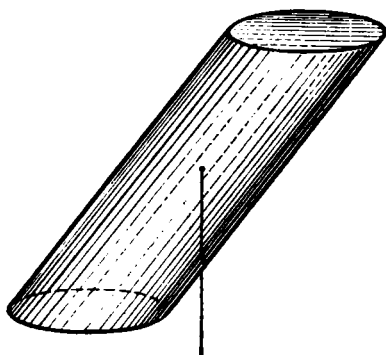
എണ്ണീറുന്നിൽക്കൂ !

നിങ്ങൾ കസേരയിൽ ഒരു പ്രത്യേകരീതിയിലാണ് ഇരിക്കുന്നതെങ്കിൽ, അതിനോടു് ബന്ധിച്ചിട്ടില്ലെങ്കിൽപോലും നിങ്ങൾക്കു് അതിൽനിന്നു് എണ്ണിക്കാൻ സാധിക്കുകയില്ലെന്നു ഞാൻ പറഞ്ഞാൽ ഞാൻ ബടായി പറയുകയാണെന്നു വിചാരിക്കുമായിരിക്കും: ശരി, നമുക്കു നോക്കാം. ചിത്രം 13-ലെ ബാലൻ ഇരിക്കുന്ന വിധത്തിൽ നിങ്ങൾ ഒരു കസേരയിൽ ഇരിക്കുക. നിവർന്നു് ഇരിക്കണം. കസേരക്കീഴിലേക്കു് കാൽ തള്ളിവയ്ക്കരുതു്. ഇനി കാലനക്കുകയോ മുമ്പോട്ടായുകയോ ചെയ്യാതെ എണ്ണിക്കാൻ നോക്കൂ. എത്ര ശ്രമിച്ചാലും പറ്റുകയില്ല. കാലുകൾ കസേരക്കീഴിലേക്കു തള്ളുകയോ മുമ്പോട്ടായുകയോ ചെയ്യാതെ എണ്ണിക്കാൻ സാധിക്കുകയില്ല.

ഇതെന്തുകൊണ്ടാണെന്നു മനസ്സിലാക്കിത്തരാൻ വസ്തുക്കളുടെ സത്തുലനത്തെക്കുറിച്ചു പൊതുവിലും മനുഷ്യശരീരത്തിന്റെ സത്തുലനത്തെക്കുറിച്ചു പ്രത്യേകിച്ചും അല്പം ചിലതു പറയാം. ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നുള്ള ലംബം അതിന്റെ ആധാരത്തിലൂടെ കടന്നുപോയാൽ മാത്രമേ ആ വസ്തു താഴെ വീഴാതിരിക്കൂ. ചിത്രം 14-ലെ ചെറിഞ്ഞുന്നിൽക്കുന്ന സിലിണ്ടർ വിഴാതെ തരമില്ല. നേരേമറിച്ചു് അതിന്റെ ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നുള്ള ലംബം ആധാരത്തിലൂടെ കടന്നു



ചിത്രം 13. ഈ ഇരിപ്പിൽ എണ്ണിക്കാൻ സാധ്യമല്ല



ചിത്രം 14. ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നുള്ള ലംബം ആധാരസ്ഥാനത്തിനു വെളിയിലായതുകൊണ്ട് സിലിണ്ടർ വീഴാതിരിക്കില്ല



ചിത്രം 15. അർഹാകെൽസ്റ്റിലെ ചെറിഞ്ഞ മണിമേട (പഴയൊരു ഫോട്ടോയിൽനിന്ന്)

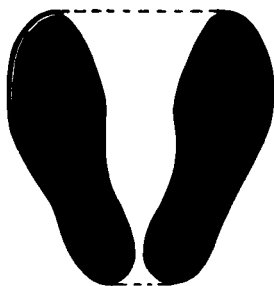
പോവുകയാണെങ്കിൽ അതു വീഴുകയില്ല. പീസയിലേയും ബൊലോന്യയിലേയും ചെറിഞ്ഞുനിൽക്കുന്ന ഗോപുരങ്ങൾ ലോകപ്രസിദ്ധമാണ്. അർഹാകെൽസ്റ്റിലെ ചെറിഞ്ഞ മണിമേടയാണ് (ചിത്രം 15) മറ്റൊന്ന്. ഇവ വീഴാതെ നിൽക്കാനുള്ള കാരണം മേല്പറഞ്ഞതാണ്. അവയുടെ ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നുള്ള ലംബം ആധാരത്തിനു പുറത്തല്ല. അവയുടെ അടിത്തറകൾ നിലത്തു് ആഴത്തിൽ ഉറപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടെന്നതാണ് മറ്റൊരു കാരണം.

നിങ്ങളുടെ ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നുള്ള ലംബം പാദങ്ങളുടെ ബാഹ്യസീമകൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ക്ഷേത്രത്തിനകത്താണെങ്കിൽ മാത്രമേ നിങ്ങൾ വീഴാതിരിക്കൂ (ചിത്രം 16). ഒറ്റക്കാലിൽ നിൽക്കാൻ ഇത്രയേറെ വിഷമം ഇതുകൊണ്ടാണ്. അതിലേറെ പ്രയാസമാണ് വലിച്ചുകെട്ടിയ ഞാണിന്മേൽ നിൽക്കാൻ. നമ്മുടെ 'ആധാരം' വളരെ ചെറുതാണ്. ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നുള്ള ലംബം ഏതു നിമിഷവും അതിനു പുറത്താകാനിടയുണ്ട്. പരിചയസമ്പന്നരായ കപ്പലോട്ടക്കാരുടെ പ്രത്യേകരീതിയിലുള്ള നടത്തശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടോ? കടലിൽ ചാഞ്ചാടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന കപ്പലിലാണ് അവർ ജീവിതത്തിന്റെ സിംഹഭാഗവും ചെലവഴിക്കുന്നത്. ശരീരത്തിന്റെ ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നുള്ള ലംബം ഏതു

നിമിഷവും ‘‘ആധാര’’ത്തിനു പുറത്താകാ നിടവുളളതുകൊണ്ടു് അവർ പാദങ്ങളുടെ പാദസ്മിമകൾക്കുള്ളിൽ കഴിയുന്നത്ര ചുറ്റും ഉറക്കൊള്ളിച്ചുകൊണ്ടു് കാലുകളു കരറി നടക്കുന്നു. അതുകൊണ്ടു് അവർ വീഴുന്നില്ല. ഈ നടപ്പു് ശീലമായി അതിരുന്നതുകൊണ്ടു് കരയിലിറങ്ങി നടക്കുമ്പോഴും അവർ അതു തുടരുന്നു.

ഇതിനു വിപരീതമായ ഒരു ഉദാഹരണവും പറയാം. സത്തുലനം പാലിക്കാൻ ഉള്ള ശ്രമം സുന്ദരമായ അംഗവിന്യാസത്തിൽ കലാശിക്കാറുണ്ടു്. തലയിൽ ഭാരമേറുന്ന ചുമട്ടുകാരടെ അംഗസൗഷ്ഠവം നിങ്ങൾ ശ്രദ്ധിച്ചിരിക്കും. തലയിൽ കടവും വഹിച്ചു നിൽക്കുന്ന സ്ത്രീകളുടെ മനോഹരശില്പങ്ങളും നിങ്ങൾ കണ്ടിരിക്കും. തലയിൽ ഭാരം ചുമക്കുന്നതുകൊണ്ടാണു് ഇവർക്കു് തലയും ദേഹവും നിവർത്തിപ്പിടിക്കേണ്ടിവരുന്നത്. തലച്ചുമട്ടുള്ളതുകൊണ്ടു് ഗുരുത്വകേന്ദ്രം സാധാരണത്തേതിൽനിന്നു് ഉയർന്നിരിക്കും. ഏതെങ്കിലും വശത്തേക്കു ചെരിഞ്ഞാൽ ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നുള്ള ലംബം ആധാരത്തിനു പുറത്താവുകയും സത്തുലനം നഷ്ടപ്പെടുകയും ചെയ്യും.

നമുക്കു വീണ്ടും അദ്ധ്യായാരംഭത്തിൽ ഉന്നയിച്ച പ്രശ്നത്തിലേക്കു മടങ്ങാം. ഇരിക്കുന്ന ബാലന്റെ ഗുരുത്വകേന്ദ്രം ശരീരത്തിനുള്ളിൽ നട്ടെല്ലിനടുത്തു് പൊക്കിളിന്റെ ഏതാണ്ടു് 20 സെ. മീ. മുകളിലാണു്. ആ ബിന്ദുവിൽനിന്നു് ഒരു ലംബം വരച്ചാൽ അതു് കസേരയിലൂടെ തുളച്ചുകയറി പാദങ്ങളുടെ പിന്നിൽ പതിക്കും. എണ്ണീറുന്നിൽക്കാനാകട്ടെ, ലംബം പാദങ്ങളുടെ സ്മിമകൾക്കുള്ളിലായിരിക്കണം. അതുകൊണ്ടു്, എണ്ണിക്കുമ്പോൾ, ഒന്നുകിൽ നമ്മൾ മുന്നോട്ടാഞ്ഞു് ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിന്റെ സ്ഥാനം മാറണം; അല്ലെങ്കിൽ കാലുകൾ കസേരക്കീഴിലേക്കു തള്ളിക്കൊണ്ടു് നമ്മുടെ ‘‘ആധാര’’ത്തെ ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിന്റെ കീഴിലാക്കണം. ഇതുതന്നെയാണു് കസേരയിൽനിന്നെന്നീക്കുമ്പോൾ നാം സാധാരണ ചെയ്യാറുള്ളതു്. അങ്ങിനെ ചെയ്യാൻ അനുവാദമില്ലെങ്കിൽ നമുക്കു് ഒരിക്കലും എണ്ണീറു നിൽക്കാൻ കഴിയുകയില്ല. സ്വാനുഭവത്തിൽ നിന്നു നിങ്ങൾതന്നെ മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുള്ളതാണിതു്.

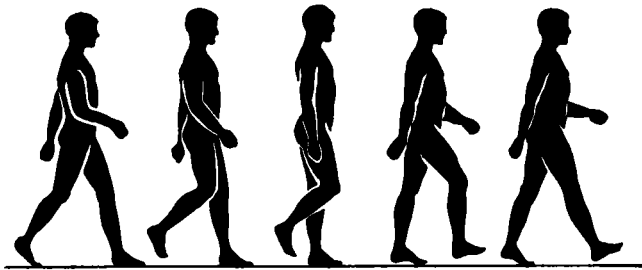


ചിത്രം 16. ഒരാൾ എണ്ണീറുന്നിൽക്കുമ്പോൾ ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നുള്ള ലംബം ഉള്ളുകാലുകളാൽ പരിബദ്ധമായ ക്ഷേത്രത്തിനകത്തുകൂടി കടന്നു പോകുന്നു

ദിവസേന നൂറായിരം തവണ, അങ്ങിനെ ജീവിതം മുഴുവൻ, ചെയ്യുന്ന കാര്യങ്ങളെപ്പറ്റി നമുക്കു നല്ല നിശ്ചയമായിരിക്കുമല്ലോ, അല്ലെ? എന്നാൽ വാസ്തവമതല്ല. നമ്മൾ നടക്കുന്നതിന്റേയും ഓടുന്നതിന്റേയും ഉദാഹരണമെടുക്കാം. അതേക്കാൾ സുപരിചിതമായിട്ടുള്ളൂണ്ടു്? പക്ഷെ നടക്കുമ്പോഴും ഓടുമ്പോഴും നാം യഥാർത്ഥത്തിൽ ചെയ്യുന്നതെന്താണെന്നോ അവ രണ്ടും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമെന്താണെന്നോ നിങ്ങളിൽ എത്രപേർക്കറിയാം? നടപ്പിനേയും ഓട്ടത്തേയും കുറിച്ച് ഒരു ശരീരശാസ്ത്രജ്ഞൻ പറയാനുള്ളതു കേൾക്കാം. അദ്ദേഹത്തിന്റെ വിവരണം കേട്ടു് പലരും അത്ഭുതപ്പെടുമെന്ന് എനിക്കുറപ്പുണ്ടു്. (പ്രൊഫസർ പോൾ ബെറിന്റെ “ജന്തുശാസ്ത്രത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പ്രഭാഷണങ്ങൾ” ഉൽനിന്നാണ് ഞാൻ ഉദ്ധരിക്കുന്നത്. ചിത്രങ്ങൾ എന്റേതാണ്.)

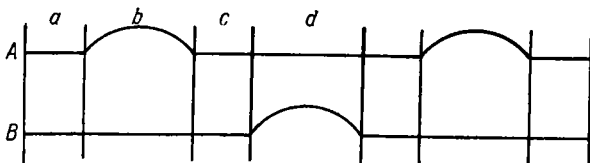
“ഒരാം ഒറ്റക്കാലിൽ—ഉദാഹരണത്തിന് വലതുക്കാലിൽ—നിൽക്കുകയാണെന്നു വിചാരിക്കുക. അയാൾ ഉപ്പുറി പൊക്കി മുന്നോട്ടായെന്നു വെണമിരിക്കട്ടെ. (നടക്കുകയോ ഓടുകയോ ചെയ്യുന്നതിനിടയിൽ തറയിൽനിന്നു കാലെടുക്കുമ്പോൾ ഒരാം സ്വന്തം ഭാരത്തിന് പുറമെ ഇരുപതു കിലോഗ്രാമോളം മർദ്ദം തറയിൽ ചെലുത്തുന്നുണ്ടു്. തറയിൽ ചെലുത്തുന്ന മർദ്ദം നിൽക്കുമ്പോഴത്തേക്കാൾ കൂടുതലാണ് ചലിക്കുമ്പോൾ എന്നർത്ഥം.—ഗ്രന്ഥകാരൻ). ആ നിലയിൽ ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നുള്ള ലംബം സ്വാഭാവികമായും ആധാരസ്ഥാനത്തിന് വെളിയിലായിരിക്കും. ആൾ മുമ്പോട്ടു വീഴാതെ തരമില്ല. എന്നാൽ അപ്പോഴേക്കും അയാൾ, അതേവരെ തൂക്കിയിട്ടിരുന്ന ഇടതുക്കാലിനെ മുന്നോട്ടേക്കെറിയുകയും ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നുള്ള ലംബത്തിന് മുമ്പിലായി തറയിൽ കുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. അങ്ങിനെ ലംബം, നിലത്തു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന രണ്ടു പാദങ്ങളുടേയും പരിധിക്കുള്ളിലായിത്തീരുന്നു. സത്തുലനം വീണ്ടുകിട്ടുന്നു. ആൾ മുന്നോട്ടു് ഒരു ചുവടു് വയ്ക്കുന്നു.

“ഏറെക്കുറെ ശ്രമകരമായ ഈ നിലയിൽത്തന്നെ അയാൾക്കു വേണമെങ്കിൽ തുടരാം. എന്നാൽ മുന്നോട്ടു പോകാനാണ് ആഗ്രഹമെങ്കിൽ അയാൾ കുറേക്കൂടി മുന്നോട്ടേക്കു് ആയും. അപ്പോൾ ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നുള്ള ലംബം ആധാരസ്ഥാനത്തിന് വെളിയിലാവും. വീഴാൻ തുടങ്ങുമ്പോൾ അയാൾ വീണ്ടും തന്റെ കാൽ—ഇടത്തേതല്ല, വലത്തേതു്—മുന്നോട്ടേക്കെറിയും. അങ്ങിനെ അടുത്ത ചുവടു വയ്ക്കുന്നു. ഇതേ വിധത്തിൽ തുടർന്നുള്ള ചുവടുകളും. അങ്ങിനെ, പുറകിലത്തെ കാൽ താങ്ങായി മുന്നോട്ടു വയ്ക്കുന്നതിലൂടെ തക്കസമയത്തു് തടയപ്പെടുന്ന മുന്നോട്ടുള്ള വീഴ്ചകളുടെ ഒരു പരമ്പരയാണ് നടത്ത.

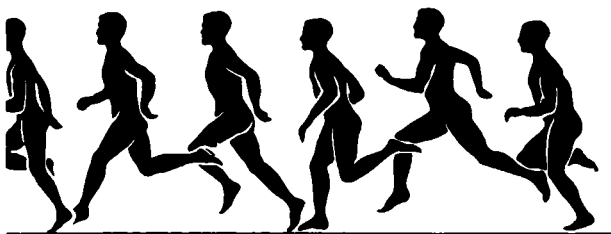


ചിത്രം 17. മനുഷ്യൻ നടക്കുന്നതെങ്ങിനെ. നടപ്പിനിടയിൽ ഉടലിന്റെ പല സ്ഥാനഭേദങ്ങൾ

“നമുക്ക്” കാര്യത്തിന്റെ കാതലിലേക്കു കടക്കാം. ആദ്യത്തെ ചുവടു വച്ചുകഴിഞ്ഞെന്നു വിചാരിക്കുക. ആ നിമിഷത്തിൽ വലതു കാൽ നിലത്തുതന്നെയാണ്. ഇടതുകാൽ നിലത്തു് തൊട്ടുകഴിഞ്ഞു. തീരെ ചെറിയ ചുവടല്ലെങ്കിൽ വലതുകാലിന്റെ ഉപ്പുററി പൊങ്ങും. കാരണം, ഈ പൊങ്ങുന്ന ഉപ്പുററിയാണ് നമുക്ക് മുന്നോട്ടാണതു് സതുലനത്തിൽ മാറാം. വരുത്താൻ കഴിവുണ്ടാക്കിത്തന്നതു്. ആദ്യം ഇടതുകാലിന്റെ ഉപ്പുററി നിലത്തു തൊടുന്നു. തുടർന്നു് പാദം മുഴുവനും നിലത്തു തൊടുമ്പോൾ വലതുകാൽ പൂർണ്ണമായും മേലോട്ടുയരുന്നു. അതിപ്പോൾ

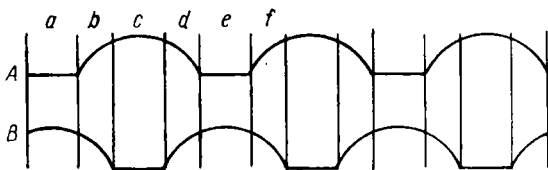


ചിത്രം 18. നടപ്പിനിടയിലുള്ള പദചലനത്തെ കുറിക്കുന്ന ഗ്രാഫ്. A ഇടതുകാലിന്റേയും B വലതുകാലിന്റേയും രേഖയാണ്. നേർവരകൾ പാദങ്ങൾ നിലത്തു മുട്ടിയിരിക്കുന്ന സമയത്തേയും വക്രങ്ങൾ പാദങ്ങൾ നിലത്തു തൊടാത്ത സമയത്തേയും കുറിക്കുന്നു. a എന്ന സമയത്തേക്കു് രണ്ടു പാദങ്ങളും നിലത്താണ്. b എന്ന സമയത്തേക്കു് A എന്ന പാദം വായുവിലും B എന്ന പാദം നിലത്തുമാണ്. c എന്ന സമയത്തേക്കു് രണ്ടു പാദങ്ങളും വീണ്ടും നിലത്താണ്. നടപ്പിന്റെ വേഗത കൂടുന്തോറും a-യുടേയും c-യുടേയും ദൈർഘ്യം കുറഞ്ഞുവരുന്നു (ചിത്രം 20-ലെ ഓട്ടത്തിന്റെ ഗ്രാഫുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തിനോക്കുക)



ചിത്രം 19. മനുഷ്യൻ ഓടുന്നതെങ്ങിനെ. ഓട്ടത്തിനിടയിൽ ഉടലിന്റെ സ്ഥാനഭേദങ്ങൾ (രണ്ടു പാദങ്ങളും നിലത്തു തൊടാത്ത നിമിഷങ്ങളുമുണ്ട്.)

നിലത്തു മുട്ടുന്നേയില്ല. ആ സമയത്തു്, മുട്ടിന്റെ ഭാഗത്തു് അല്പമൊന്നു വളഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഇടതുകാൽ, ഊരു-ത്രിശിരസ്സും വലിഞ്ഞുചുരുങ്ങുന്ന തിന്റെ ഫലമായി നിമിഷനേരത്തേക്കു് നിവർന്നു് കത്തനെ നിൽക്കുന്നു. പാതിവളഞ്ഞിരിക്കുന്ന വലതുകാൽ നിലത്തു തൊടാതെ മുന്നോട്ടു നീക്കാനുള്ള സാധ്യത ഇതുളവാക്കുന്നു. ശരീരത്തിന്റെ ചലനത്തെത്തുടർന്നു് വലതുകാലിന്റെ ഉപ്പുറി അടുത്ത ചുവടു വയ്ക്കാൻ പാകത്തിനായി നിലത്തു വന്നു മുട്ടുന്നു. ആ നിമിഷത്തിൽ ഇടതുകാലിന്റെ വിരലുകൾ മാത്രമേ നിലത്തു മുട്ടിയിട്ടുള്ളൂ. ആ കാൽ ഉടൻതന്നെ വായുവിലേക്കു് ഉയരുന്നതാണു്.



ചിത്രം 20. ഓടുമ്പോഴുള്ള പാദചലനത്തെ കുറിക്കുന്ന ഗ്രാഫ് (ചിത്രം 18-ഉമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തുക). രണ്ടു പാദങ്ങളും വായുവിലായിരിക്കുന്ന സമയങ്ങളുണ്ടു് (b,d,f). നടപ്പും ഓട്ടവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമിതാണു്

“നടപ്പിൽനിന്നും വ്യത്യസ്തമാണു് ഓട്ടം. ഓടുമ്പോൾ നിലത്തു തൊട്ടിരിക്കുന്ന കാൽ മാംസപേശികളുടെ ക്ഷിപ്രസങ്കോചം മൂലം ഊർജ്ജിതമായി നിവരുകയും അങ്ങിനെ ശരീരം മുന്നോട്ടേക്കു് ഏടുത്തൊരിയപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. അതിന്റെ ഫലമായി വളരെച്ചെറിയ ഒരു കാല

യളവിൽ ശരീരം നിലത്തു തൊടുന്നേയില്ല. തുടർന്ന് അത് വീണ്ടും മറ്റേ കാലിൽ നിലത്തു മുട്ടുന്നു. ശരീരം വായുവിലായിരിക്കുമ്പോൾത്തന്നെ ആ കാൽ അതിവേഗം മുന്നോട്ടു നീങ്ങുന്നു. ഇങ്ങനെ ഒരു കാലിൽ നിന്നും മറ്റേ കാലിലേക്കുള്ള കുതിക്കളുടെ ഒരു പരമ്പരയാണ് ഓട്ടം.''

സമനിരപ്പായ നിരത്തിലൂടെ നടന്നുപോകുന്ന ഒരാൾ വ്യയംചെയ്യുന്ന ഊർജ്ജത്തെ സംബന്ധിച്ചുണ്ടാകാത്തതെങ്കിൽ, അത് ചിലർ കരുതുന്നതുപോലെ പുജ്യമല്ല. ഓരോ ചുവടു വയ്പുമ്പോഴും അയാളുടെ ശരീരത്തിന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണം ഏതാനും സെന്റിമീറ്റർ ഉയരുന്നു. സമനിരപ്പായ നിരത്തിലൂടെ നടക്കുന്ന ഒരാളിന്റെ അദ്ധ്വാനം, ആ ദൂരത്തോളംതന്നെ ഉയരത്തിലേക്ക് അയാളുടെ ശരീരം എടുത്തുപൊക്കാനാവശ്യമായതിന്റെ ഏതാണ്ട് പതിനഞ്ചിലൊരംശമാണെന്ന് കണക്കാക്കിയിട്ടുണ്ട്.

ഓടുന്ന തീവണ്ടിയിൽനിന്നു ചാടേണ്ടതെങ്ങിനെ?

ജഡത്വനിയമമനുസരിച്ച് മുന്നോട്ട്—വണ്ടി പോകുന്ന ദിശയിലേക്ക്—എടുത്തുചാടണമെന്നായിരിക്കും മിക്കവരുടേയും ഉത്തരം. പക്ഷെ ഇവിടെ ജഡത്വനിയമത്തിന് എന്താണ് പ്രസക്തി? ഉത്തരം പറഞ്ഞയാൾ ഈ ചോദ്യത്തിന്റെ മുൻപിൽ കഴങ്ങുമെന്നതിനു സംശയമില്ല. കാരണം, ജഡത്വനിയമമനുസരിച്ച് ചാടേണ്ടത് പുറകോട്ടാണ്, ചലനഗതിക്കെതിരായ ദിക്കിലേക്കാണ്.

ജഡത്വനിയമം ഇവിടെ താരതമ്യേന അപ്രധാനമായ പക്ഷേ വഹിക്കുന്നുള്ളുവെന്നതാണ് സത്യം. ഇവിടെ മുഖ്യമായിട്ടുള്ളത് തികച്ചും മറ്റൊരു കാരണമാണ്. അതു മറിയാൽ, ചാടേണ്ടത് മുമ്പോട്ടല്ല പുറകോട്ടാണ് എന്ന നിഗമനത്തിൽ നാം ചെന്നെത്തും.

നിങ്ങൾ ഓടുന്ന വണ്ടിയിൽനിന്ന് എടുത്തുചാടുന്നുവെന്നിരിക്കട്ടെ. എന്താണ് സംഭവിക്കുന്നത്? വണ്ടിയിൽനിന്നു പിടി വിട്ടുന്ന നിമിഷത്തിൽ നിങ്ങളുടെ ശരീരത്തിന് ജഡത്വനിയമമനുസരിച്ച് വണ്ടിയുടെ വേഗതതന്നെയുണ്ട്. മുന്നോട്ടു നീങ്ങാനാണ് അതിന്റെ പ്രവണത. മുന്നോട്ടേക്കു ചാടുമ്പോൾ ഈ വേഗത കുറയുന്നതിനു പകരം കൂടുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. അങ്ങിനെയാണെങ്കിൽ പുറകോട്ടേക്കല്ലേ ചാടേണ്ടത്? ചാടുന്നതിന്റെ ഈ വേഗത ജഡത്വനിയമപ്രകാരമുള്ള നമ്മുടെ ശരീരത്തിന്റെ വേഗതയിൽനിന്ന് കുറയുകയില്ലേ? അങ്ങിനെ നിലത്തു മുട്ടുമ്പോൾ നമ്മുടെ ശരീരം മറിഞ്ഞുവീഴാനുള്ള പ്രേരണ ചുരുങ്ങുകയില്ലേ?

എങ്കിലും, ഓടുന്ന വണ്ടിയിൽനിന്ന് എടുത്തുചാടുമ്പോൾ, മുമ്പോട്ടേക്കാണു് — ഓട്ടത്തിന്റെ ദിശയിലേക്കാണു് — ആളുകൾ എപ്പോഴും ചാടുക. ഏറ്റവും നല്ലതും സുപരീക്ഷിതവുമായ മാർഗ്ഗം അതാണു്. ഓടുന്ന വണ്ടിയിൽനിന്നു പുറകോട്ടു ചാടുന്നതിന്റെ അസൗകര്യം പരീക്ഷിച്ചു നോക്കാൻ തുനിയരുതെന്നു് വായനക്കാർക്കു മുന്നറിയിപ്പു തരുന്നു.

ഇവിടെ ഒരു വൈരുദ്ധ്യമില്ലേ? ചാടുന്നതു മുമ്പോട്ടായാലും പുറകോട്ടായാലും വീഴാൻ സാധ്യതയുണ്ടു്. കാരണം പാടങ്ങൾ നിലത്തു തൊട്ടു് നിശ്ചലമാവുമ്പോഴും ഉടൽ നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കും. മുമ്പോട്ടു ചാടുമ്പോൾ നമ്മുടെ ശരീരത്തിന്റെ ചലനവേഗത പുറകോട്ടു ചാടുമ്പോഴു് തേക്കോൾ കൂടുതലാണെന്നു പറഞ്ഞുവല്ലോ. എങ്കിലും പുറകോട്ടു ചാടുന്നതിനേക്കാൾ സുരക്ഷിതം മുമ്പോട്ടു ചാടുന്നതാണു്. കാരണം, സത്തുലനം വീണ്ടുകിട്ടാൻ നാം യാത്രികമായി ഒരു കാൽ മുന്നോട്ടെറിയുന്നു. ചിലപ്പോൾ ഏതാനും ചുവടുകൾ ഓടുകപോലും ചെയ്യുന്നു. നാമിതു് ഓർക്കാതെ ചെയ്തുപോകുന്നതാണു്. നടക്കുന്നതുപോലെതന്നെയുള്ള ഒരു പ്രവൃത്തിയാണിതു്. ഒരു കാൽ എടുത്തുവയ്ക്കുന്നതിലൂടെ തടയപ്പെടുന്ന മുന്നോട്ടുള്ള വീഴ്ചകളുടെ ഘരമ്പരയാണല്ലോ നടത്ത. കാലിന്റെ ഈ സംരക്ഷണചലനം പുറകോട്ടു വീഴുമ്പോൾ ഇല്ലാത്തതുകൊണ്ടു് അപകടം കൂടുതലാണു്. അഥവാ മുന്നോട്ടു വീണാൽത്തന്നെ കൈ കത്തി വീഴ്ചയപ്പെടുത്താൻ സാധിക്കും. പുറകോട്ടാണു വീഴുന്നതെങ്കിൽ അതു സാധ്യമല്ല.

ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ, മുമ്പോട്ടു ചാടുന്നതു് കൂടുതൽ സുരക്ഷിതമാകാനുള്ള കാരണം ജഡത്വനിയമമല്ല, നമ്മൾതന്നെയാണു്. എന്നാൽ നിർജ്ജീവവസ്തുക്കൾക്കു് ഇതു ബാധകമല്ലെന്നു് ഓർക്കണം. ഓടുന്ന വണ്ടിയിൽനിന്നു് മുമ്പോട്ടെറിയുന്ന കപ്പിയാണു് പുറകോട്ടെറിയുന്ന കപ്പിയേക്കാൾ നിലത്തു മുട്ടുമ്പോൾ ഉടയാൻ കൂടുതൽ സാധ്യത. അതുകൊണ്ടു് ഓടുന്ന വണ്ടിയിൽനിന്നു് സാമാനവുമായി ചാടണമെന്നുണ്ടെങ്കിൽ ആദ്യം സാമാനം പുറകോട്ടേക്കു് വലിച്ചെറിഞ്ഞിട്ടു് നിങ്ങൾ മുമ്പോട്ടേക്കു് എടുത്തുചാടണം. തഴക്കമുള്ള ബസ്സുകണ്ടുകുർമാരും ടിക്കറ്റു് ചെക്കുർമാരും പുറകോട്ടാഞ്ഞും എന്നാൽ ചാട്ടത്തിന്റെ ദിശയുടെനേരെ പുറംതിരിഞ്ഞുമാണു് ചാടിയിറങ്ങാറുള്ളതു്. അവർക്കു് ഇതു മൂലം രണ്ടു ഗുണം കിട്ടുന്നു. ഒന്നാമതു്, ജഡത്വനിയമപ്രകാരം ശരീരമാർജ്ജിക്കുന്ന വേഗത അവർ കുറയുന്നു. രണ്ടാമതു്, മുമ്പോട്ടേക്കു് — വീഴാൻ സാധ്യതയുള്ള ദിശയിലേക്കു് — മൂലം തിരിച്ചു ചാടുന്നതുകൊണ്ടു് പുറംതല്ലി വീഴുമെന്ന അപകടം അവർ ഒഴിവാക്കുന്നു.

ചീരിവരുന്ന വെടിയുണ്ട കൈകൊണ്ടു പിടിക്കാം.

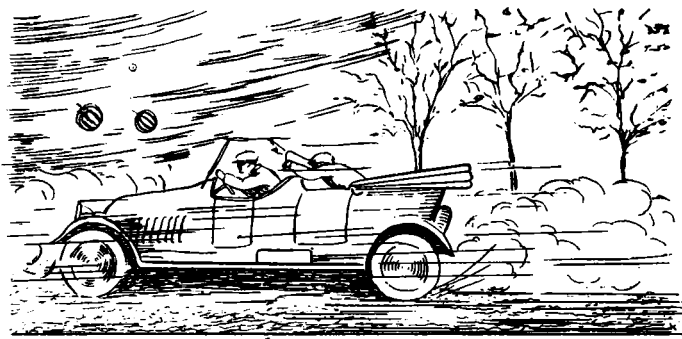
ഒന്നാം ലോകമഹായുദ്ധത്തിനിടയിൽ പത്രങ്ങളിൽ ഒരു വിചിത്ര വാർത്ത വരികയുണ്ടായി. രണ്ടു കിലോമീറ്റർ ഉയരത്തിൽ പറന്നുകൊണ്ടിരുന്ന ഒരു ഫ്രഞ്ച് വൈമാനികൻ തന്റെ മുഖത്തിനടുത്തുകൂടി ഈച്ച പോലെ എന്തോ ഒന്ന് പറക്കുന്നത് കണ്ടു. അയാൾ അത് "കൈ വീശി പിടിച്ചു. തന്റെ കയ്യിൽ പെട്ടത് ഒരു ജർമ്മൻ വെടിയുണ്ടയാണെന്നു കണ്ടു" അയാൾ അമ്പരന്നുപോയി. പീരങ്കിയുണ്ടകളെ വെറുംകൈകൊണ്ടു പിടിച്ചിട്ടുണ്ടെന്നു വീരവാദം മുഴക്കിയ മുൻപുസെന്നെ വിശുത പ്രഭുവിനെക്കുറിച്ചുള്ള കഥകൾപോലുണ്ട്, അല്ലേ? എന്നാൽ വൈമാനികൻ വെടിയുണ്ട പിടിച്ചെന്ന വാർത്തയിൽ അസാധ്യമായിട്ടൊന്നുമില്ല.

സെക്കണ്ടിൽ 800-900 മീറ്റർ എന്ന പ്രാരംഭവേഗതയോടെ ഒരു വെടിയുണ്ട സഭാ പരഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്നില്ല. വായുവിന്റെ പ്രതിരോധംമൂലം അതിന്റെ വേഗത ക്രമേണ കുറഞ്ഞുകൊണ്ടു് ഒടുവിലൊടുവിൽ പാവുമ്പോൾ സെക്കണ്ടിൽ വെറും 40 മീറ്ററായിത്തീരുന്നു. വിമാനങ്ങൾക്കും ആ വേഗതയുള്ളതുകൊണ്ടു് ഒരു വെടിയുണ്ടയും വിമാനവും ഒരേ വേഗതയിൽ പറക്കുന്നത് തികച്ചും സംഭാവ്യമാണ്. വിമാനത്തേയും വൈമാനികനേയും സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ആ വെടിയുണ്ട നിശ്ചയമായിരിക്കും, അഥവാ വളരെ മെല്ലെ നീങ്ങുകയായിരിക്കും. വൈമാനികൻ അതിനെ എളുപ്പം എത്തിപ്പിടിക്കാം. കയ്യറയുണ്ടായിരിക്കണമെന്നു മാത്രം. കാരണം, വായുവിലൂടെ ചീരിപ്പോകുന്നതിനിടയിൽ വെടിയുണ്ട ക്രമാധികം ചൂടപിടിച്ചിരിക്കും.

തണ്ണിമത്തൻ ബോംബ്

ഒരു വെടിയുണ്ട അപകടകരമല്ലാത്ത സന്ദർഭങ്ങളുണ്ടെന്നു നാം കണ്ടല്ലോ. എന്നാൽ "നിരുപദ്രവ"പദാർത്ഥങ്ങൾ മെല്ലെ എറിഞ്ഞിട്ടു് വിനാശകരമായ ഭവീഷ്യത്തുകൾ ഉളവാക്കുന്നവയായ ദൃഷ്ടാന്തങ്ങളും ഉണ്ടു്. 1924-ൽ ലെനിൻഗ്രാഡിൽനിന്നും തിഫ്ലിസിപ്പേക്ഷുള്ള മോട്ടോർകാർ പന്ത്രയത്തിനിടയ്ക്കു് കോക്കസസ്സുകാരായ കൃഷിക്കാർ പന്ത്രയക്കാറുകളുടെ നേരെ തണ്ണിമത്തൻ ആപ്പിളും മറ്റും വലിച്ചെറിഞ്ഞു് തങ്ങളുടെ മതിയായ രേഖപ്പെടുത്തുകയുണ്ടായി. എന്നാൽ ഈ നിർദ്ദോഷസമ്മാനങ്ങൾ വണ്ടികൾ കേടുവരുത്തുകയും വണ്ടിക്കാർക്കു ഗുരുതരമായ പരിക്കുകളേല്പിക്കുകയും ചെയ്തു. അതിനു കാരണമുണ്ടു്. കാറിന്റെ വേഗതയും വലിച്ചെറിയുന്ന പഴങ്ങളുടെ വേഗതയും കൂടിച്ചേർന്നപ്പോൾ അവ അപകര

ങ്ങളായ അസൂങ്ങളായി മാറി. പത്തു ഗ്രാം തൂക്കമുള്ള വെടിയുണ്ടയ്ക്കും മണിക്കൂറിൽ 120 കിലോമീറ്റർ വേഗതയുള്ള കാറിന്റെനേർക്കെറിയുന്ന 4 കിലോഗ്രാം തൂക്കമുള്ള തണ്ണിമത്തനും ഒരേ ചലന-ഊർജ്ജമാണെന്നു കണക്കുകൂട്ടാൻ പ്രയാസമില്ല. പതുപതുത്ത മത്തൻ വെടിയുണ്ടയുടെ ആഘാതം ഉളവാക്കുകയില്ലെന്നതു ശരിതന്നെ.



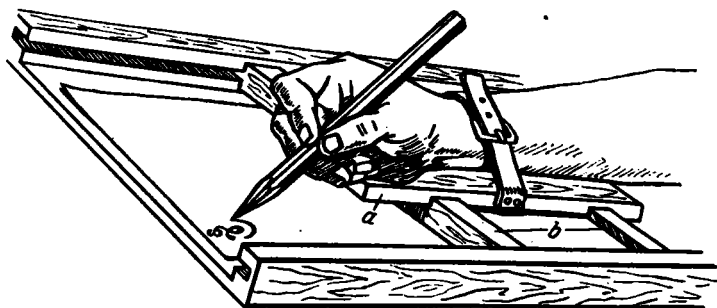
ചിത്രം 21. അതിവേഗം പായുന്ന കാറിനേർക്കെറിയുന്ന തണ്ണിമത്തങ്ങകൾ ഷെല്ലുകളോളം അപകടകരമാണ്

മണിക്കൂറിൽ മൂവായിരത്തോളം കിലോമീറ്റർ വേഗതയോടെ—അതായത് ഒരു വെടിയുണ്ടയുടെ ഏകദേശവേഗതയോടെ—പറക്കുന്ന വിമാനങ്ങളിലെ പൈലട്ടുകൾക്ക് മുകളിൽ വിവരിച്ചതുപോലുള്ള അനുഭവങ്ങളുണ്ടായെന്നു വരാം. അതിവേഗതയുള്ള ഒരു വിമാനത്തിന്റെ വഴിയിലുള്ള എന്തും അതിൽ തറച്ചുകയറുന്നതാണ്. മറ്റൊരു വിമാനത്തിൽനിന്നു വെറുതെ താഴോട്ടിട്ടു് ഒരു പിടി വെടിയുണ്ടകൾ പോലും പീരങ്കിയിൽനിന്നു തൊടുത്തുവിട്ടു് വെടിയുണ്ടകളുടെ ആഘാതത്തോടെ വിമാനത്തിൽ തറച്ചുകയറും. രണ്ടിന്റേയും ആപേക്ഷികവേഗത ഒന്നായതുകൊണ്ട് (സെക്കണ്ടിൽ ഏകദേശം 800 മീറ്റർ വേഗതയോടെയാണ് വിമാനവും വെടിയുണ്ടയും ഏറ്റെടുത്തത്) സംഘട്ടനഫലമായ നാശവും ഒന്നുതന്നെയായിരിക്കും. നേരേ മറിച്ചു്, വിമാനത്തിന്റെ പിന്നിൽനിന്നു തൊടുത്തുവിട്ടുന്നതും അതേ വേഗത്തിൽ ചലിക്കുന്നതുമായ വെടിയുണ്ടകൾ നിരുപദ്രവകരങ്ങളാണെന്നു നാം കണ്ടുകഴിഞ്ഞല്ലോ.

ഒരേ ദിശയിലും ഏതാണ്ടൊരേ വേഗതയിലും നീങ്ങുന്ന വസ്തുക്കൾക്ക് പരസ്പരം ഏറ്റെടുത്ത് തകർക്കാതെ സന്ധിക്കാൻ കഴിയുമെന്ന വസ്തുതയെ ബുദ്ധിപൂർവ്വം പ്രയോജനപ്പെടുത്തിയതുകൊണ്ട് 1935-ൽ ബൊർ

ഷ്ചോവ് എന്ന എഞ്ചിൻ ഡ്രൈവർക്ക് ഒരു തീവണ്ടിയപകടം ഒഴിവാക്കാൻ കഴിഞ്ഞു. അയാൾ ഭക്ഷിണാഷ്ട്രയിൽ യേൽനിക്കൊവ്— ഏൽഷാങ്ക ലൈനിൽ വണ്ടിയോടിക്കുകയായിരുന്നു. മുമ്പിൽ മറ്റൊരു വണ്ടി പോകുന്നുണ്ട്. ഒരു കയറും കയറാൻ വിഷമം നേരിട്ടപ്പോൾ മുമ്പിലത്തെ വണ്ടിക്കാരൻ എഞ്ചിനും ഏതാനും വാഗണുകളും അഴിച്ചുമാറി അടുത്ത സ്റ്റേഷനിലേക്കു യാത്രയായി. 36 വാഗണുകൾ പിന്നിൽ ശേഷിച്ചു. വണ്ടിക്കാരൻ വാഗണുകളുടെ ചക്രങ്ങളിൽ ബ്രേക്ക് ഷൂ ഇടാതിരുന്നതുകൊണ്ട് അവ 15 കിലോമീറ്റർ വേഗതയിൽ പുറകോട്ട് ഉരുണ്ടുവരാൻ തുടങ്ങി. ഒരു ഫുറുമുട്ടൽ അനിവാര്യമാണെന്നു തോന്നി. ഭാഗ്യവശാൽ ബെർഷ്ചോവ് സമചിത്തത വെടിഞ്ഞില്ല. ചെയ്യേണ്ടതെന്താണെന്ന് അയാൾ കണ്ടുപിടിച്ചു. അയാൾ തന്റെ വണ്ടി ബ്രേക്കിട്ടു നിർത്തി, 15 കിലോമീറ്റർ വേഗതയിൽ പുറകോട്ടോടിക്കാൻ തുടങ്ങി. അങ്ങിനെ അപകടമൊന്നും കൂടാതെ മുമ്പിലുള്ള 36 വാഗണുകൾ തന്റെ എഞ്ചിനുമായി സന്ധിപ്പിക്കാൻ അയാൾക്കു കഴിഞ്ഞു.

ഓടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന വണ്ടിയിൽ എഴുന്നൂത്ത് എളുപ്പമാക്കുന്ന ഉപകരണത്തിന്റെ നിർമ്മാണത്തിൽ പ്രയോഗിച്ചിട്ടുള്ളതും ഇതേ തത്വം തന്നെയാണ്. റെയിൽപ്പാളങ്ങളിലെ സന്ധികളുടെ മീതേകൂടി പോകുമ്പോൾ വണ്ടി കടുങ്ങുന്നതുകൊണ്ട് എഴുതാൻ എളുപ്പമല്ലെന്നു നമുക്കറി



ചിത്രം 22. ഓടുന്ന തീവണ്ടിയ്ക്കകത്തുവെച്ച് എഴുതാനുള്ള ഉപകരണം.

യാം. ഈ കടുക്കം കടലാസിലും പേനയിലും ഒരേ സമയത്തല്ല അനുഭവപ്പെടുന്നത്. രണ്ടിലും ഒരേ സമയത്തു് കടുക്കം അനുഭവപ്പെടുന്ന വിധത്തിൽ എന്തെങ്കിലുമൊന്നു കണ്ടുപിടിക്കുകയാണാവശ്യം.

അത്തരത്തിലുള്ള ഒരു ഉപകരണമാണ് ചിത്രം 22-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്. വലതുകണക്കെ a എന്ന കൊച്ചുപലകയോട് ബെൽറ്റി

ട്ട് ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. ആ പലക b എന്ന പലകയിൽ വെട്ടിയ പാലുകളിലൂടെ മുമ്പോട്ടും പിറകോട്ടും നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കും. b എന്ന പലകതന്നെ മേശപ്പുറത്തു വച്ചിരിക്കുന്ന ഏഴത്തുപലകയിലെ വിടവുകളിലൂടെ തെന്നിനീങ്ങുന്നു. ഈ സംവിധാനത്തിന്റെ ഫലമായി കൈയനക്കാൻ ധാരാളം ഇട കിട്ടുന്നു. അതേ സമയം ഓരോ കടക്കവും കടലാസിലും പേനയിലും—അഥവാ പേന പിടിച്ചിരിക്കുന്ന കയ്യിലും—ഒരേ സമയത്തു് അനുഭവപ്പെടുന്നു. അങ്ങിനെ, വീട്ടിൽ മേശപ്പുറത്തുവെച്ചു് ഏഴത്തുനൂതനെ അനായാസമായി ഇവിടെവെച്ചും ഏഴതാൻ കഴിയുന്നു. കടക്കം കണക്കുകയിലും തലയിലും ഒരേ സമയത്തു് അനുഭവപ്പെടാത്തതുകൊണ്ടു്, അക്ഷരങ്ങൾ തെറിച്ചുതെറിച്ചു കാണപ്പെടുമെന്നു മാത്രം.

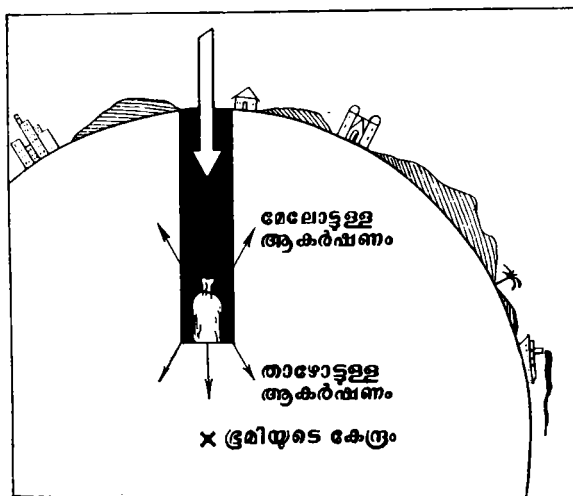
രൂക്കമെടുക്കേണ്ടതെങ്ങിനെ

തോലനയന്ത്രത്തിന്മേൽ അനങ്ങാതെ നിന്നാൽ മാത്രമേ ശരിയായ രൂക്കം കിട്ടൂ. കനിയുന്ന നിമിഷത്തിൽ സൂചി പുറകോട്ടു പോകുന്നതു കാണാം. എന്തുകൊണ്ടു്? കനിയുമ്പോൾ അതിനിടയാക്കുന്ന മാംസപേശികൾ ശരീരത്തിന്റെ അടിഭാഗത്തെ മേലോട്ടു പിടിച്ചുവലിക്കുകയും അങ്ങിനെ തുലാത്തട്ടിന്മേലുള്ള മർദ്ദത്തെ കുറയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. നേരേ മറിച്ച് നിവരുന്നപോൾ മാംസപേശികൾ ദേഹത്തിന്റെ മുകൾഭാഗത്തേയും അടിഭാഗത്തേയും പരസ്പരം വലിച്ചുകുറുന്നു. തുലാത്തട്ടു് കൂടുതൽ ഭാരം കുറിക്കുന്നു. ശരീരത്തിന്റെ അടിഭാഗം തുലാത്തട്ടിന്മേൽ കൂടുതൽ മർദ്ദം ചെലുത്തുന്നുവെന്നതാണു് അതിനു കാരണം.

തോലനയന്ത്രം വേണ്ടത്ര സംവേദകമാണെങ്കിൽ ഒന്നു കൈ പൊക്കിയാൽ പോലും സൂചി മാറും. ശരീരത്തിനുണ്ടെന്നു തോന്നുന്ന ഭാരത്തെ ഈ ചലനം അല്പം വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നു. കൈ പൊക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന മാംസപേശികൾക്കു് ആലംബം തോളാണു്. അവ തോളിനോടൊപ്പം ദേഹത്തെയൊന്നാകെ താഴോട്ടു തള്ളുന്നു. തുലാത്തട്ടിന്മേലുള്ള മർദ്ദം കൂടുന്നു. കൈ പൊക്കുന്നതു നിർത്തിയാൽ വേഗേ കറെ മാംസപേശികൾ തോളിനെ മേലോട്ടു വലിച്ചു് കയ്യിന്റെ അറ്റത്തോടടുപ്പിക്കാൻ ശ്രമിക്കുന്നു. തൽഫലമായി നമ്മുടെ രൂക്കം, അഥവാ തുലാത്തട്ടിന്മേലുള്ള മർദ്ദം, കുറയുന്നു. ഇനി കൈ താഴ്ത്തുകയാണെന്നിരിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ ദേഹത്തിന്റെ രൂക്കം കുറയുന്നു. താഴ്ത്തുന്നതു നിർത്തിയാൽ രൂക്കം കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ മാംസപേശികൾ ചലിപ്പിച്ചുകൊണ്ടു് നമുക്കു് നമ്മുടെ രൂക്കം കൂട്ടുകയോ കുറയ്ക്കുകയോ ചെയ്യാം. രൂക്കമെന്നു പറയുമ്പോൾ നാമുദ്ദേശിക്കുന്നത് തുലാത്തട്ടിന്മേൽ നമ്മുടെ ശരീരം ചെലുത്തുന്ന മർദ്ദമാണു്.

രൂക്ഷം കൂടുന്നത് എവിടെയാണ്?

ഉയരം കൂടുന്നോറും ഭൂമിയോടുള്ള ഒരു വസ്തുവിന്റെ ആകർഷണ ബലം കുറയുന്നു. ഒരു കിലോഗ്രാമിന്റെ കട്ടി ഭൂമിയുടെ കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നും 6,400 കിലോമീറ്റർ—അതായത് ഭൂമിയുടെ വ്യാസാർദ്ധത്തിന്റെ ഇരട്ടി—ദൂരം ഉയർത്തിക്കൊണ്ടുപോയാൽ ഗുരുത്വാകർഷണം $2^2 = 4$ ഇരട്ടി കുറയുന്നതും അങ്ങിനെ തുലാത്തട്ട് 1,000 ഗ്രാമിനു പകരം 250 ഗ്രാം മാത്രം കുറിക്കുന്നതുമാണ്. ദ്രവ്യമാനമാകെ കേന്ദ്രത്തിൽ സ്വരൂപിച്ചിട്ടുള്ള മട്ടിലാണ് ഭൂമി മറ്റു പദാർത്ഥങ്ങളെ ആകർഷിക്കുന്നതെന്ന് ഗുരുത്വാകർഷണനിയമത്തിൽ പറയുന്നു. ആകർഷണത്തിന്റെ ബലം ദൂരത്തിന്റെ വർഗ്ഗത്തിനു പ്രതിലോമമായി കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഭൂമിയുടെ കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നും ഇരട്ടി ദൂരത്തേക്ക് ഒരു കിലോഗ്രാമിന്റെ കട്ടി ഉയർത്തിക്കൊണ്ടുപോവുകയാണ് മുകളിൽ നാം ചെയ്തത്. അപ്പോൾ ആകർഷണബലം $2^2 = 4$ ഇരട്ടി കുറഞ്ഞു. കട്ടി ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽനിന്നും 12,800 കിലോമീറ്റർ—ഭൂമിയുടെ വ്യാസാർദ്ധത്തിന്റെ മൂന്നിരട്ടി—ദൂരത്തേക്കു കൊണ്ടുപോയാൽ ആകർഷണബലം $3^2 = 9$ ഇരട്ടി കുറയും. ഒരു കിലോഗ്രാമിന്റെ കട്ടി സ്പ്രിംഗ് ബാലൻസിൽ 111 ഗ്രാം മാത്രമേ തൂങ്ങുകയുള്ളൂ.



ചിത്രം 23. ഭൂമിയുടെ ഉള്ളിലേക്കു ചെല്ലുന്തോറും ഗുരുത്വാകർഷണശക്തി കുറയുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?

ഇക്കണക്കിന് കട്ടിയെ ഭൂമിയുടെ അടിയിലേക്കു കൊണ്ടുപോയാൽ ആകർഷണബലം കൂടുകയും അതിന്റെ രൂക്കം വർദ്ധിക്കുകയും ചെയ്യുമെന്നു തോന്നിയേക്കാം. എന്നാൽ അതു ശരിയല്ല. രൂക്കം കൂടുന്നില്ലെന്നു മാത്രമല്ല, കുറയുകയാണു ചെയ്യുന്നത്. ഭൂമിയുടെ ആകർഷണബലങ്ങൾ വസ്തുവിന്റെ ഒരു വശത്തു മാത്രമല്ല, എല്ലാ വശത്തും പ്രവർത്തിക്കുന്നുണ്ടെന്നതാണ് ഇതിനു കാരണം. ചിത്രം 23-ൽ കട്ടി ഒരു കിണറിൽ ഇറക്കിവെച്ചിരിക്കുന്നു. ചുവട്ടിലുള്ള ബലങ്ങൾ താഴോട്ടും മുകളിലുള്ള ബലങ്ങൾ മേലോട്ടും അതിനെ ഒരേ സമയത്തു പിടിച്ചുവലിക്കുന്നു. ഭൂമിയുടെ കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നും വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരം ഏതൊന്നിന്റെ വ്യാസാർദ്ധമാണോ ആ ഗോളത്തിന്റെ ആകർഷണബലത്തിനു മാത്രമേ യഥാർത്ഥത്തിൽ പ്രാധാന്യമുള്ളൂ. അതുകൊണ്ട് അടിയിലേക്കു പോകുന്തോറും വസ്തുവിന്റെ ഭാരം കുറയുകയാണു വേണ്ടതു്. ഭൂമിയുടെ കേന്ദ്രത്തിൽ അതിനു ഭാരമേ ഉണ്ടായിരിക്കുകതു്. കാരണം, എല്ലാ വശത്തും തുല്യബലങ്ങളാണ് അതിനെ ആകർഷിക്കുന്നതു്.

ചുരുക്കത്തിൽ, ഒരു വസ്തുവിനു് ഏറ്റവും കൂടുതൽ ഭാരമുള്ളതു് ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലാണു്. അവിടനു് മേലോട്ടുയർത്തിയാലും താഴോട്ടിറക്കിയാലും അതിന്റെ ഭാരം കുറയുന്നു.*

താഴോട്ടു വീഴുന്ന വസ്തുവിന്റെ ഭാരമെന്തു്?

ലിഫ്റ്റിൽ താഴോട്ടിറങ്ങാൻ തുടങ്ങുമ്പോൾ ഉളവാകാറുള്ള വിചിത്രമായ അനുഭൂതി നിങ്ങൾ ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടില്ലേ? അസാധാരണമായ ഒരു ലാഘവത്വം നമുക്കനുഭവപ്പെടുന്നു. അഗാധമായ ഒരു കഴിയിലേക്കു വീണാലുള്ള സ്ഥിതിയും ഇതുതന്നെ. ഭാരമില്ലായ്മയിൽനിന്നുമാണു് ഈ തോന്നൽ ഉണ്ടാകുന്നതു്. ലിഫ്റ്റിന്റെ തട്ടു് താഴോട്ടിറങ്ങാൻ തുടങ്ങുന്ന ആദ്യനിമിഷത്തിൽ നമുക്കു് അതിന്റെ വേഗത കൈവന്നിട്ടില്ല. നമ്മുടെ ശരീരം തട്ടിൽ മർദ്ദം ചെലുത്തുന്നില്ലെന്നുതന്നെ പറയാം. അതുകൊണ്ടു് അതിനു വളരെക്കുറച്ചു ഭാരമേ തോന്നൂ. എന്നാൽ അടുത്ത നിമിഷത്തിൽ ഈ തോന്നൽ മാറിക്കിട്ടുന്നു. ഒരേപോലെ നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ലിഫ്റ്റിനേക്കാൾ വേഗത്തിൽ താഴോട്ടു വീഴാനാണു്

* ഭൂമിയുടെ ഘനത്വം എല്ലായിടത്തും ഒരേപോലെയാണെങ്കിൽ മാത്രമേ ഇതു ശരിയായിരിക്കൂ. യഥാർത്ഥത്തിൽ, കേന്ദ്രത്തോടടുക്കുന്തോറും ഭൂമിയുടെ ഘനത്വം വർദ്ധിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ടു് താഴോട്ടു് കുറെ ദൂരത്തേക്കു് ഗുരുത്വബലം കൂടുന്നു. അതു കഴിഞ്ഞേ അതു് കുറഞ്ഞുതുടങ്ങൂ.

ഇപ്പോൾ നമ്മുടെ ശരീരം ശ്രമിക്കുന്നത്. സ്വന്തം ഭാരം പൂർണ്ണമായും വീണ്ടെടുത്തുകൊണ്ട് അതു ലിഫ്റ്റിന്റെ തട്ടിന്മേൽ മർദ്ദം ചെലുത്തുന്നു.

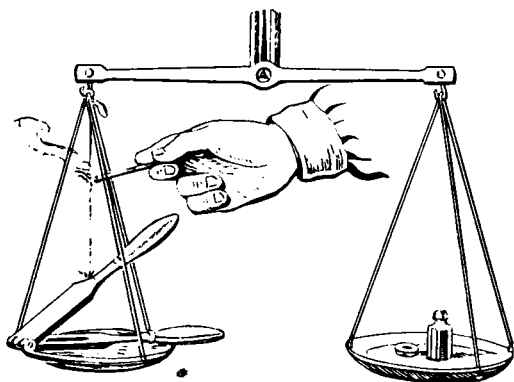
ഒരു സ്ക്വിംഗ് ബാലൻസിന്റെ കൊളത്തിൽ ഒരു കട്ടി കെട്ടിത്തുറക്കുക. കട്ടിയോടെ ആ ബാലൻസിനെ അതിവേഗം താഴ്ത്തുന്നതിനിടയിൽ അതിന്റെ സൂചി നോക്കുക. ഒരു ക്ഷണം കോർക്ക് വിടവിൽ തിരുകിയാൽ കൂടുതൽ സൗകര്യമായിരിക്കും. അതിന്റെ നീക്കം ശ്രദ്ധിക്കുക. സൂചി കട്ടിയുടെ ഭാരം പൂർണ്ണമായും കുറിക്കുകയില്ല. അത് വളരെ കുറവായിരിക്കും! ബാലൻസ് വായുവിലൂടെ വെറുതെ വീഴുന്നതിനിടയിൽ സൂചി നോക്കാൻ കഴിഞ്ഞാൽ അത് പൂജ്യത്തിൽ നിൽക്കുന്നതു കാണാം.

ഏറ്റവും ഭാരിച്ച സാധനത്തിനു പോലും വീഴുന്ന സമയത്തു് ഭാരമില്ല. കാരണം ലളിതമാണ്. ഒരു വസ്തു, അതിനെ തുക്കിനിർത്തിയിരിക്കുന്ന പദാർത്ഥത്തെ താഴോട്ടു വലിക്കാനോ അതിനെ താങ്ങിനിർത്തിയിരിക്കുന്ന പദാർത്ഥത്തെ താഴോട്ടു് അമർത്താനോ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലമാണ് ഭാരം. സ്ക്വിംഗ് ബാലൻസ് ഒപ്പം വീഴുന്നതുകൊണ്ടു് താഴെ വീഴുന്ന വസ്തുവിനു് അതിനെ താഴോട്ടു വലിക്കാൻ സാദ്ധ്യമല്ല. താഴോട്ടു വീഴുന്ന ഒരു വസ്തുവിനു് യാതൊന്നിനേയും വലിക്കാനോ അമർത്താനോ സാദ്ധ്യമല്ല. അതുകൊണ്ടു്, വീഴുന്ന സമയത്തു് ഒരു വസ്തുവിനു് എത്ര ഭാരമുണ്ടെന്നു ചോദിക്കുന്നത്, ഭാരമില്ലാത്തപ്പോൾ അതിനെത്ര ഭാരമുണ്ടെന്നു ചോദിക്കുന്നതിനു തുല്യമാണ്.

ബലതന്ത്രത്തിന്റെ സ്ഥാപകനായ ഗലീലിയോ പതിനേഴാം നൂറ്റാണ്ടിൽത്തന്നെ “നവീനശാസ്ത്രത്തിന്റെ രണ്ടു രംഗങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച ഗണിതാത്മക തെളിവുകൾ” എന്ന കൃതിയിൽ ഇങ്ങനെ എഴുതി: “ചുമട്ടു് താഴെ വീഴുന്നത് തടയാൻ ശ്രമിക്കുമ്പോഴാണ് അതു് മുതുകത്തുള്ള കാര്യം അനുഭവപ്പെടുന്നത്. എന്നാൽ ചുമട്ടു് വീഴുന്നതു് വേഗത്തിൽ നമ്മളും വീണാൽ അതിനു് എങ്ങിനെ നമ്മെ താഴോട്ടു മർത്താനും ഞ്ഞെക്കാനും കഴിയും? നമ്മോളും വേഗത്തിൽ മുവിലോട്ടു് ഒരാളെ കുത്തുകൊണ്ടു് (അതിന്മേലുള്ള പിടി വിടാതെ—ഗ്രന്ഥകാരൻ) കത്താൻ ശ്രമിക്കുന്നതുപോലെയാണിതു്.”

ലളിതമായ ഒരു പരീക്ഷണം ഇക്കാര്യം വ്യക്തമാക്കും. തുലാസ്സിന്റെ ഒരു തട്ടിൽ ഒരു ചതകത്തി വയ്ക്കുക. ചതകത്തിയുടെ ഒരു കൈതട്ടിൽ കിടത്തിവയ്ക്കുകയും മറേറ കൈ ഒരു ചരട്ടുകെട്ടി തുലാത്തണ്ടിന്റെ കൊളത്തിൽ ഘടിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുക (ചിത്രം 24). ചതകത്തിയുടെ ഭാരത്തിനൊപ്പം മറേറ തട്ടിൽ കട്ടികളിടുക. തീപ്പെട്ടിയുരച്ചു് ചരടിനു തീ കൊളുത്തുക. ചരട്ടു് അറുപോവുകയും ചതകത്തിയുടെ തുലാത്തണ്ടിയിട്ടിരുന്ന കൈ തട്ടിൽ വീഴുകയും ചെയ്യുന്നു. ചതകത്തിയുള്ള തട്ടു്

താഴ്മോ? പൊങ്ങമോ? അതോ സത്തുലിതാവസ്ഥ തുടരമോ? വീഴുന്ന വസ്തുവിനു ഭാരമില്ലെന്ന് അറിയാവുന്നതുകൊണ്ട് നിങ്ങൾക്ക് ശരിയായ ഉത്തരം പറയാൻ കഴിയണം. തട്ട് ഒരു നിമിഷത്തേക്കു പൊങ്ങും. അടിയിലത്തെ കയ്യുമായി കൂട്ടിയിണക്കിയിട്ടുണ്ടെങ്കിലും ചതകത്തിയു



ചിത്രം 24. വസ്തുക്കൾക്ക് വീഴുന്ന സമയത്തു് ഭാരമില്ല

ടെ മുകളിലത്തെ കൈ നിശ്ചലാവസ്ഥയിലുള്ളതിനേക്കാൾ കറച്ചു മർദ്ദമാണ് വീഴുമ്പോൾ തട്ടിന്മേൽ ചെയ്യുന്നതു്. നിമിഷനേരത്തേക്കു് ചതകത്തിയുടെ ഭാരം കറയുകയും അതിരിക്കുന്ന തുലാത്തട്ടു് ഉയരുകയും ചെയ്യുന്നു.

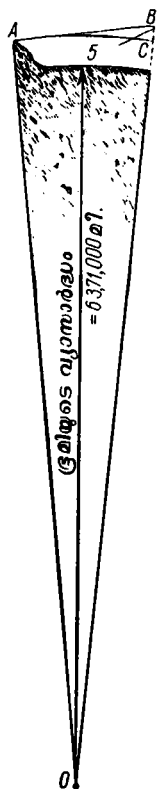
ഭൂമിയിൽനിന്നു ചന്ദ്രനിലേക്കു്

1865-നും 1870-നുമിടയ്ക്കു് ജൂൺ വേർണിന്റെ “ഭൂമിയിൽനിന്നു ചന്ദ്രനിലേക്കു്” എന്ന പുസ്തകം ഫ്രാൻസിൽ പുറത്തു വന്നു. മനുഷ്യരേയും പേറിക്കൊണ്ടുള്ള ഒരു കൂറ്റൻ ഷെൽ ചന്ദ്രനിലേക്കു തൊടുത്തുവിടുന്നതിനെക്കുറിച്ചുള്ള അത്ഭുതകരമായ ഒരു പദ്ധതി അദ്ദേഹം അതിൽ വിവരിച്ചിരുന്നു. അതു സത്യത്തിൽ സംഭാവ്യമല്ലേയെന്നു് ആ പുസ്തകം വായിച്ചിട്ടുള്ള ഏതൊരാളും ചിന്തിച്ചുപോകും. അത്ര വിശ്വസനീയമായ വിധത്തിലായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ വിവരണം. നമുക്കു് അതെപ്പറ്റിയൊന്നു് ആലോചിച്ചുനോക്കാം. (ബഹിരാകാശസഞ്ചാരത്തിനു ഷെല്ലുകളല്ല, റോക്കറ്റുകളാണു് ഉപയോഗിക്കേണ്ടതെന്നു് സ്പൂട്നിക്കു കറക്കും മനുഷ്യന്റെ ആദ്യത്തെ ചാന്ദ്രികയാത്രകൾക്കും ശേഷം ഇന്നു

നമുക്കറിയാം. എങ്കിലും, അവസാനത്തെ ഏഞ്ചിൻ കത്തിയെരിഞ്ഞതിനു ശേഷമുള്ള റോക്കറ്റിന്റെ ചലനവും പീരങ്കിയിൽനിന്നു തൊട്ടത്തുവിടുന്ന ഷെല്ലിന്റെ ചലനവും ഒരേപോലെയാണ്. അതുകൊണ്ടാണ് ഗ്രന്ഥകാരന്റെ പാഠത്തിൽ മാറ്റം വരുത്താതിരുന്നത്—പ.)

ആദ്യംതന്നെ, ഭൂമിയിൽ ഒരിക്കലും വന്നുവീഴാത്തവണ്ണം പീരങ്കിയിൽനിന്നു ഷെൽ തൊട്ടത്തുവിടാൻ തത്വത്തിലെങ്കിലും സാധ്യമാണോ എന്നു നോക്കാം. തത്വത്തിൽ സാധ്യമാണ്. ക്ഷിതിജദിശയിൽ അയയ്ക്കുന്ന ഷെൽ ഒടുവിൽ ഭൂമിയിൽ പതിക്കുന്നതെന്തുകൊണ്ടാണ്? എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ ഭൂമി അതിനെ ആകർഷിക്കുന്നു. അതിന്റെ പഥത്തെ വക്രിക്കുന്നു. നേരെ പോകുന്നതിനു പകരം അതു തറയുടെനേരെ ചാഞ്ഞുവരുന്നു. എപ്പോഴെങ്കിലും അതു തറയിൽ വീഴാതെ തരമില്ല. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലവും വളഞ്ഞതാണെങ്കിലും ഷെല്ലിന്റെ പഥം കൂടുതൽ വളഞ്ഞതാണ്. എന്നാൽ, ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലംപോലെതന്നെ വക്രിച്ച ഒരു പഥത്തിലൂടെ ഷെല്ലയയ്ക്കാൻ കഴിഞ്ഞാൽ അതൊരിക്കലും ഭൂമിയിൽ വന്നുവീഴുകയില്ല. അതു ഭൂമിയുടെ ചുറ്റളവിനു സംകേന്ദ്രിയായ ഒരു ഭ്രമണപഥത്തിലൂടെ ചരിച്ചുകൊണ്ട് ചന്ദ്രനെപ്പോലുള്ള ഒരു കൊച്ചു ഉപഗ്രഹമായിത്തീരും.

ഷെല്ലിനെ അത്തരത്തിലുള്ള ഒരു പ്രക്ഷേപപഥത്തിലൂടെ അയയ്ക്കുന്നത് എങ്ങിനെയാണ്? വേണ്ടത്ര പ്രാരംഭപ്രവേഗമുണ്ടായിരിക്കണമെന്നേയുള്ളൂ. ചിത്രം 25 നോക്കുക. ഭൂമിയുടെ ഒരു തുണ്ടിന്റെ പരിക്ഷേത്രമാണ് അതിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഒരു കന്നിൻപുറത്തുള്ള A എന്ന ബിന്ദുവിൽ പീരങ്കി നാട്ടിയിരിക്കുന്നു. ഭൂമിയുടെ ഗുരുത്വാകർഷണമില്ലെങ്കിൽ ഒരു സെക്കണ്ടുകൊണ്ട് അതു B എന്ന ബിന്ദുവിൽ എത്തണം. എന്നാലതു B-യേക്കാൾ 5 മീറ്റർ താഴെ C എന്ന ബിന്ദുവിലാണ് എത്തുന്നത്. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണം മൂലം സ്വച്ഛമായി താഴോട്ടു വീഴുന്ന ഏതൊരു വസ്തുവും ആദ്യത്തെ സെക്കണ്ടിൽ (ശൂന്യതയിൽ) സഞ്ചരി



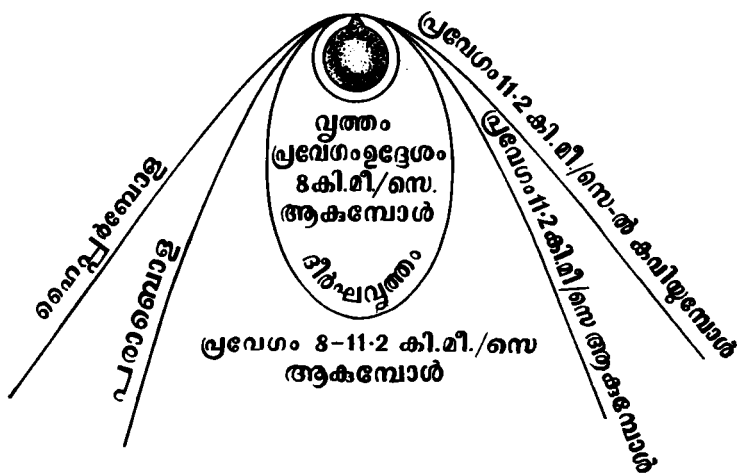
ചിത്രം 25. ഒരു ഷെല്ലിന്റെ “വിടതൽ പ്രവേഗം” കണക്കുകൂട്ടേണ്ടതെങ്ങിനെ

കുന്ന ദൂരമാണ് 5 മീറ്റർ. ഈ 5 മീറ്റർ താഴെ വീണു കഴിഞ്ഞിട്ടു, ഷെൽ A-യിൽ വച്ചുണ്ടായിരുന്നത്രതന്നെ നിലത്തു നിന്നുള്ള ദൂരം പാലിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിൽ ഭൂമിയുടെ ചുറ്റളവിന് സംകേന്ദ്രിയായിട്ടുള്ള ഒരു പ്രക്ഷേപപഥത്തിലൂടെയാണ് അതു സഞ്ചരിക്കുന്നതെന്നർത്ഥം.

ചിത്രം 25-ൽ AB എന്ന ദൂരം—അതായത്, ഒരു സെക്കണ്ടിനുള്ളിൽ ഷെൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ക്ഷേതിജദൂരം—കണക്കാക്കുകയേ ഇനി വേണ്ടൂ. അപ്പോൾ നമുക്കാവശ്യമായ വേഗത കിട്ടും. AOB എന്ന ത്രികോണത്തിൽ OA എന്ന വശം ഭൂമിയുടെ വ്യാസാർദ്ധമാണ് (ഉദാഹരണം 6,371,000 മീറ്റർ). $OC=OA$. $BC=5$ മീ. അതുകൊണ്ട് $OB=6,371,005$ മീ. പൈത്തഗോറാസ് പ്രമേയപ്രകാരം, $(AB)^2 = (6,371,005)^2 - (6,371,000)^2$. സമീകരണം നിർദ്ധാരണം ചെയ്യുമ്പോൾ AB 8 കിലോമീറ്ററോളമാണെന്നു കിട്ടുന്നു.

ഭൂതലചലനത്തെ തടസ്സപ്പെടുത്താൻ വായുവില്ലെങ്കിൽ, സെക്കണ്ടിൽ 8 കി. മീ. എന്ന പ്രവേഗത്തോടെ ക്ഷിതിജമായി തൊടുത്തുവിടുന്ന ഷെൽ ഒരിക്കലും ഭൂമിയിൽ പതിക്കുകയില്ല. അത് ഒരു ഉപഗ്രഹമായി സദാ ഭൂമിയെ ചുറ്റിക്കൊണ്ടിരിക്കും.

നാം കണ്ടെടുക്കുന്ന വലിയ പ്രാരംഭപ്രവേഗത്തോടെ ഷെൽ തൊടുത്തു വിടുന്നു വിചാരിക്കുക. അതപ്പോൾ എങ്ങൊട്ടു പോകും? സെക്കണ്ടിൽ



ചിത്രം 26. സെക്കണ്ടിൽ 8 കിലോമീറ്ററും അതിലേറെയും പ്രാരംഭപ്രവേഗത്തോടെ ഷെൽ തൊടുത്തുവിടുമ്പോൾ

8, 9, 10 കിലോമീറ്റർ പ്രവേഗത്തിൽ പറക്കുന്ന ഷെല്ലുകളുടെ പ
 മങ്ങൾ ദീർഘവൃത്താകൃതിയിലായിരിക്കുമെന്നും പ്രാരംഭപ്രവേഗം കൂടു
 ന്നോടും അവ കൂടുതൽ ദീർഘിച്ചിരിക്കുമെന്നും ബഹിരാകാശബലതന്ത്ര
 ത്തിന്റെ രംഗത്തു പ്രവർത്തിക്കുന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞർ തെളിയിച്ചിട്ടുണ്ട്.
 പ്രവേഗം സെക്കണ്ടിൽ 11.2 കിലോമീറ്ററേതുമ്പോൾ ഷെൽ ചരിക്കു
 ന്നു് ദീർഘവൃത്താകൃതിയിലായിരിക്കുകയില്ല, രണ്ടറ്റങ്ങൾ തമ്മിൽ
 കൂട്ടിമുട്ടാത്ത പരാബൊള എന്ന വക്രത്തിന്റെ രൂപത്തിലായിരിക്കും.
 അതു് ഇങ്ങിനിവരാത്തവണ്ണം ഭൂയിൽനിന്നു പറന്നുപോകും (ചിത്രം
 26). അതുകൊണ്ടു് പ്രാരംഭപ്രവേഗം വേണ്ടത്രയുണ്ടെങ്കിൽ ഒരു ഷെ
 ലിൽ കയറി ചന്ദ്രനിലേക്കു പറക്കാൻ തത്പത്തിൽ സാധ്യമാണു്. എന്നാ
 ല് ഇതു് മറ്റു ചില വൈഷമ്യങ്ങളുളവാക്കും. "ഭൗതികകൗതുക"ത്തി
 ന്റെ രണ്ടാം ഭാഗത്തിലും എന്റെ മറ്റൊരു കൃതിയായ "ഗ്രഹാന്തരീയ
 യാത്ര"യിലും ഇതേപ്പറ്റി കൂടുതൽ വിശദമായി പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ട്.
 (വായുമണ്ഡലത്തിന്റെ വലിവിനെ നാം മുകളിൽ അവഗണിച്ചിരി
 ക്കയാണു്. യഥാർത്ഥത്തിൽ ഈ വലിവു് ഇത്ര വലിയ പ്രവേഗങ്ങൾ
 കൈവരുത്താൻ വമ്പിച്ച വൈഷമ്യങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കണമെന്നു മാത്രമല്ല,
 അതിനുള്ള സാധ്യത തീർത്തും ഇല്ലാതാക്കിയെന്നുതന്നെ വരാം).

ചന്ദ്രനിലേക്കുള്ള യാത്ര: ജൂൽ വേർണും യാഥാർത്ഥ്യവും.

ജൂൽ വേർണിന്റെ പുസ്തകം വായിച്ചിട്ടുള്ളവർ ചാന്ദ്രികയാത്രയി
 ലെ രസകരമായ ഒരു ഘട്ടം ഓർക്കുന്നുണ്ടാവും. ചന്ദ്രന്റേയും ഭൂമിയു
 ടേയും ആകർഷണബലങ്ങൾ സമമായിരിക്കുന്ന ഇടത്തുകൂടി ഷെൽ
 കടന്നുപോകുന്ന ഘട്ടമാണതു്. അത്തൂതങ്ങൾ നടക്കുന്നു. ഷെല്ലിനകത്തു
 ഉള്ള സർവ്വവസ്തുക്കൾക്കും ഭാരം പൊയ്ക്കാകുന്നു. സഞ്ചാരികൾതന്നെ വാ
 യുവിൽ ഒഴുകിനടക്കുന്നു.

ഇതെല്ലാം സത്യമാണു്. ഗ്രന്ഥകാരൻ പറയുന്ന ഘട്ടത്തിൽ മാത്ര
 മല്ല ഇതു സംഭവിക്കുന്നതെന്നു മാത്രം. അതിനു മുമ്പും പിമ്പും സംഭവീ
 രുന്നതാണതു്. സ്വച്ഛമായ യാത്രയുടെ ആദ്യനിമിഷംതൊട്ടുതന്നെ ഷെ
 ല്ലിനകത്തെ യാത്രക്കാർക്കും മറ്റൊല്ലാറ്റിനും ഭാരമില്ലാതാകുമെന്നു തെളി
 യിക്കാൻ വിഷമമില്ല.

വിശ്വസിക്കാൻ തോന്നുന്നില്ല, അല്ലേ? എന്നാൽ അതിപ്രധാനമാ
 യ ഇക്കാര്യം നേരത്തേ എന്തുകൊണ്ടു വിട്ടുപോയി എന്നു നിങ്ങൾ

ഒരു വസ്തു സമ്മർദ്ദം ചെലുത്തുന്നതെന്നും അദ്ദേഹം മറന്നുപോയി. വസ്തുവും ആലംബവും ഒരേ വേഗതയോടെ സ്പേസിൽ സഞ്ചരിക്കുകയാണെങ്കിൽ പരസ്പരം സമ്മർദ്ദം ചെലുത്താൻ സാധ്യമല്ല.

ഷെൽ സ്വന്തം സംവേഗത്താൽ പറഞ്ഞുടങ്ങിയ നിമിഷത്തിൽത്തന്നെ അതിനകത്തെ യാത്രക്കാർക്കു ഭാരമില്ലാതായി. അവർക്കും ഷെല്ലിലെ മറ്റൊരാൾ വസ്തുക്കൾക്കും അതിനുള്ളിൽ യഥേഷ്ടം ഒഴുകിനടക്കാമെന്നായി. തങ്ങൾ പീരങ്കിക്കെത്തിരിക്കുകയാണോ അതോ സ്പേസിലൂടെ പറയുകയാണോ എന്ന് അതൊന്നുകൊണ്ടു മാത്രം യാത്രക്കാർക്കറിയാൻ കഴിയും. എന്നാൽ ഷെൽ തൊടുത്തുവിട്ട് ആദ്യത്തെ അര മണിക്കൂർ നേരത്തേക്ക് തങ്ങൾ അനങ്ങുന്നുണ്ടോ ഇല്ലയോയെന്ന് എത്ര ശ്രമിച്ചിട്ടും യാത്രക്കാർക്കു തീർച്ചപ്പെടുത്താൻ കഴിഞ്ഞില്ലെന്നാണ് ജൂൽ വേർൺ പറയുന്നത്.

“ ‘നിക്കോൾ, നമ്മൾ നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണോ?’

“ ‘നിക്കോളും ബാർബിക്കേണും പരസ്പരം നോക്കി. ഷെല്ലു് ഇളകുന്നതായി അവർക്കനുഭവപ്പെട്ടില്ല.

“ ‘പറയൂ, നമ്മൾ സത്യത്തിൽ നീങ്ങുന്നുണ്ടോ?’ അർഡൻ വീണ്ടും ചോദിച്ചു.

“ ‘അതോ ഫ്ലോറിഡയുടെ മണ്ണിൽ സ്വസ്ഥമായി വിശ്രമിക്കുകയാണോ?’ നിക്കോൾ ചോദിച്ചു.

“ ‘അതോ മെക്സിക്കൻ കടലിടുക്കിന്റെ അടിയിലോ?’ അർഡൻ കൂട്ടിച്ചേർത്തു.”

ഈ ചോദ്യങ്ങൾ ഒരു കപ്പൽയാത്രക്കാരനു ചോദിക്കാം. ഒരു ബഹിരാകാശസഞ്ചാരി ചോദിക്കുന്ന പ്രശ്നമേയില്ല. കാരണം, കപ്പൽയാത്രക്കാരന് അനുഭവപ്പെടാൻതരമില്ലാത്ത ഭാരമില്ലായ്മ അയാൾക്കനുഭവപ്പെടുന്നു.

ജൂൽ വേർണിന്റെ ഈ ഷെൽ-വാഹനം ഒരുത്തുതസൃഷ്ടിതന്നെ, സംശയമില്ല! ആ കൊച്ചു ലോകത്തിൽ വസ്തുക്കൾക്കു ഭാരമില്ലാതാവുന്നു. കൈവിട്ടാലും അവ സ്വസ്ഥാനങ്ങളിൽ തുടരുന്നു. ഏതു് അവസ്ഥയിലും സത്തുലനം നിലനിർത്തുന്നു. കപ്പി ചെരിച്ചാൽപോലും വെള്ളം ഒഴുകിപ്പോകുന്നില്ല. ഭാവനയ്ക്കു കാടു കയറാൻ പററിയ ഒരു സുവർണ്ണാവസരമാണ് ജൂൽ വേർൺ പാഴാക്കിക്കളഞ്ഞതു്!*

* ഭാരമില്ലായ്മയുടെ ഈ അതുളതലോകത്തിൽ ആദ്യം പ്രവേശിച്ചതു് സോവിയറ്റ് കോസ്മോണോട്ടുകളാണ്. ബഹിരാകാശനൗകകൾക്കുള്ളിൽ അവർ ഒഴുകി നടന്നതു് ലക്ഷോപലക്ഷം ജനങ്ങൾ ടെലിവിഷനിൽ കാണുകയുണ്ടായി.—പ.

തെറായ തുലാസു്
ശരിത്തൂക്കം കാണിക്കും.

ശരിയായ തൂക്കം കിട്ടാൻ എന്താണു പ്രധാനം? തുലാസോ കട്ടിയോ? രണ്ടും തുല്യപ്രധാനമാണെന്നു കരുതുന്നതു ശരിയല്ല. തുലാസു ശരിയല്ലെങ്കിൽപോലും കട്ടി ശരിയാണെങ്കിൽ കൃത്യമായ തൂക്കം കിട്ടും. അതിനു പല വഴികളുണ്ടു്. രണ്ടെണ്ണം പറയാം.

ഒ'മീത്രിയ' മെൻഭെലേയെവെന്ന പ്രശസ്ത റഷ്യൻ രസതന്ത്രജ്ഞൻ നിർദ്ദേശിച്ച വഴിയാണൊന്നു്. എന്തെങ്കിലുമൊരു സാധനം ഒരു തട്ടിന്മേൽ വയ്ക്കുക. തൂക്കമെടുക്കേണ്ട വസ്തുവിനേക്കാൾ ഭാരിച്ചതാവണം. മറ്റേ തട്ടിൽ കട്ടികളിട്ടു് സത്തുലിതമാക്കുക. അതിനുശേഷം, തൂക്കമെടുക്കേണ്ട സാധനം കട്ടികളുള്ള തട്ടിൽ വയ്ക്കുക. സത്തുലനം വീണ്ടും കൈവരുന്നതുവരെ കട്ടികളെടുത്തുമാറുക. മാറിയ കട്ടികളുടെ മൊത്തം തൂക്കമായിരിക്കും സാധനത്തിന്റെ ശരിയായ തൂക്കം. 'സ്ഥിരഭാരരീതി' എന്ന പേരിലാണു് ഇതു് അറിയപ്പെടുന്നതു്. പല സാധനങ്ങൾ ഒന്നിനൊന്നു പുറകേ തൂക്കിനോക്കേണ്ടിവരുമ്പോൾ വിശേഷിച്ചും സൗകര്യപ്രദമാണു് ഇതു്. ആദ്യം കയറ്റിവച്ച ഭാരം എല്ലാറ്റിനേറയും തൂക്കമെടുക്കാൻ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

ബോർഡയെന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ കണ്ടുപിടിച്ച മാർഗ്ഗമാണു് മറ്റേതു്. തൂക്കമെടുക്കേണ്ട വസ്തു ഒരു തട്ടിൽ വയ്ക്കുക. മറ്റേ തട്ടിൽ മണലോ ലോഹമണികളോ ഇട്ടു് സത്തുലനം വരുത്തുക. തൂക്കമെടുക്കേണ്ട വസ്തു തട്ടിൽ നിന്നു മാറുക. മറ്റേ തട്ടിൽനിന്നു് ഒന്നുമെടുത്തു മാറരുതു്. ഒഴിഞ്ഞ തട്ടിൽ കട്ടികളിട്ടു് വീണ്ടും സത്തുലനം വരുത്തുക. കട്ടികളുടെ ആകത്തൂക്കം വസ്തുവിന്റെ തൂക്കം തരുന്നു. 'വിസ്ഥാപനതോലനം' എന്ന പേരിലാണു് ഇതറിയപ്പെടുന്നതു്.

ഒരു തട്ടു മാത്രമുള്ള സ്ക്രിംഗ് ബാലൻസിലും ഈ ലളിതമായ മാർഗ്ഗം ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണു്. കട്ടികൾ ശരിയായിരിക്കണമെന്നുമാത്രം. ഇവിടെ മണലിന്റെയൊന്നും ആവശ്യമില്ല. തൂക്കമെടുക്കേണ്ട വസ്തു തട്ടിൽ വച്ചു്, സൂചി നിൽക്കുന്നതെവിടെയാണെന്നു നോക്കിവയ്ക്കുക. വസ്തു എടുത്തു മാറ്റിയിട്ടു്, സൂചി അതേ സ്ഥാനത്തു വരുന്നതു വരെ കട്ടികൾ വയ്ക്കുക. അവയുടെ ആകത്തൂക്കമാണു് വസ്തുവിന്റെ തൂക്കം.

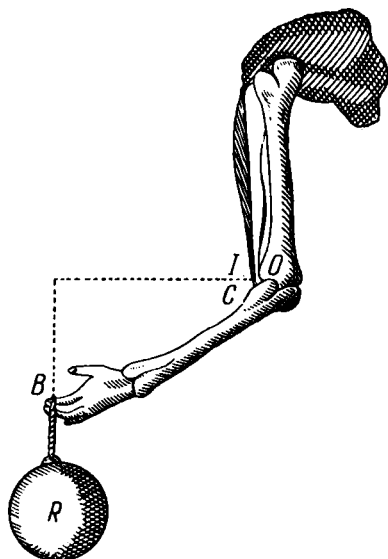
വിചാരിക്കുന്നതിലും
ബലവാനാണു നിങ്ങൾ

നിങ്ങൾക്കു് ഒരു കൈകൊണ്ടു് എത്ര ഭാരം എടുത്തുപൊക്കാൻ കഴിയും? 10 കിലോഗ്രാമാണെന്നു വയ്ക്കുക. ഈ 10 കിലോഗ്രാം നിങ്ങളുടെ കയ്യിന്റെ മാംസപേശികളുടെ ശക്തിയാണോ? അല്ലേയല്ല. അ

തിലും എത്രയോ ബലമുള്ളതാണ് അവ. നിങ്ങളുടെ കയ്യിലെ ബൈസെപ്സ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന മാംസപേശി പ്രവർത്തിക്കുന്നതെങ്ങിനെയാണെന്നു നോക്കൂ (ചിത്രം 27). മുൻകയുടെ എല്ലാകുന്ന ഉത്തോലകത്തിന്റെ ആലംബത്തിനടുത്താണ് അതു സന്ധി ചിരിക്കുന്നത്. നിങ്ങൾ പൊക്കുന്ന ഭാരമാകട്ടെ, ഈ ജീവനുള്ള ഉത്തോലകത്തിന്റെ മറ്റേ അറ്റത്തു പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഭാരംതൊട്ട് ആലംബം—അതായത് സന്ധി—വരെയുള്ള ദൂരം, ബൈസെപ്സിന്റെ അറ്റത്തിനും ആലംബത്തിനുമിടയ്ക്കുള്ള ദൂരത്തിന്റെ എട്ടിരട്ടിയോളമുണ്ട്. നിങ്ങൾ 10 കിലോഗ്രാം ഭാരം പൊക്കുമ്പോൾ ബൈസെപ്സ് അതിന്റെ എട്ടിരട്ടി ശക്തി ചെലവുതുറന്നുണ്ട്. അതിനു് 80 കിലോഗ്രാം ഭാരം പൊക്കാൻ കഴിയുമെന്നർത്ഥം.

ഓരോരുത്തരും യഥാർത്ഥത്തിൽ അവരവരേക്കാൾ വളരെക്കൂടുതൽ ബലവാന്മാരാണെന്നു് അതിശയോക്തി കൂടാതെ പറയാൻ കഴിയും. അതായത്, നമുക്കുപയോഗിക്കാവുന്നതിനേക്കാൾ വളരെയേറെ ശക്തമാണു് നമ്മുടെ മാംസപേശികൾ.

ഈ ഏല്പാടുകൊണ്ടു് എന്തെങ്കിലും ഗുണമുണ്ടോ? ഇല്ലെന്നു് ഒറ്റ നോട്ടത്തിൽ തോന്നാം. തികച്ചും നിഷ്പ്രയോജനമായ നഷ്ടമാണിതെന്നു തോന്നിയേക്കാം. എന്നാൽ ബലതന്ത്രത്തിന്റെ ‘സുവർണ്ണനിയമം’ ഓർക്കുക: ശക്തിയിൽ നഷ്ടപ്പെടുന്നത് വിസ്ഥാപനത്തിൽ നേടുന്നു. ഇവിടെ നാം നേടുന്നത് വേഗതയിലാണ്. നമ്മുടെ കൈ,



ചിത്രം 27. മുൻകൈ C ഉത്തോലകമായി വർത്തിക്കുന്നു. ബലം പതിക്കുന്നത് I എന്ന ബിന്ദുവിലാണ്. ഉത്തോലകത്തിന്റെ ആലംബം O എന്ന ബിന്ദുവിലാണ്. B എന്ന ബിന്ദുവിൽനിന്നു് R എന്ന ഭാരത്തെ ഉയർത്തുന്നു. IO—യുടെ ഏതാണ്ടെട്ടിരട്ടി നീളമുണ്ടു് BO—യ്ക്കു്. (17-ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന ബൊറേല്ലി എന്ന ഫ്ലോറൻസൻ പണ്ഡിതനെയുടനീളം ‘ജന്തുചലനങ്ങളെപ്പറ്റി’ എന്ന പ്രാചീന ഗ്രന്ഥത്തിൽനിന്നെടുത്ത ചിത്രമാണിതു്. ബലതന്ത്രനിയമങ്ങളെ ശരീരക്രിയവിജ്ഞാനത്തിൽ ആദ്യം പ്രയോഗിച്ചുകാണുന്നത് അതിലാണ്.)

അതിന്റെ മാംസപേശികളേക്കാൾ എട്ടിരട്ടി വേഗത്തിൽ നീങ്ങുന്നു. ഗുഹങ്ങളിൽ മാംസപേശികളുടെ സംവിധാനം അംഗങ്ങളുടെ അഗ്രങ്ങൾ അതിവേഗം ചലിപ്പിക്കാൻ പോന്ന വിധത്തിലാണ്. അതിജീവിക്കാനുള്ള സമരത്തിൽ ദൃഢചലനമാണ് ബലത്തേക്കാൾ പ്രധാനം. നമ്മുടെ കൈകാലുകൾ ഇത്തരത്തിൽ സംവിധാനപ്പെടുത്തിയില്ലായിരുന്നെങ്കിൽ നാം ചെറുക്കളുടെ വേഗത്തിലേ നീങ്ങുമായിരുന്നുള്ളു.

കൂർത്ത സാധനങ്ങൾ കുത്തുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?

സൂചി എളുപ്പം കത്തിക്കയറുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണെന്ന് ആലോചിച്ചിട്ടുണ്ടോ? തുണിയിലോ കാർഡ്ബോർഡുകുഷണത്തിലോ സൂചി കയറാൻ എളുപ്പവും മുനയില്ലാത്ത ആണി കയറാൻ പ്രയാസവുമാകുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണ്? ഒരേ ശക്തിയോടെയല്ലേ രണ്ടും കയറുന്നത്? ശരിയാണ്, ശക്തി ഒന്നാണ്. പക്ഷെ മർദ്ദം ഒന്നല്ല. മുഴുവൻ ശക്തിയും സൂചിയുടെ കൂർത്ത മുനയിൽ കേന്ദ്രീകരിച്ചിരിക്കുമ്പോൾ അതേ ശക്തി ആണിയുടെ മുനയില്ലാത്ത അറ്റത്തിന്റെ കൂടുതൽ വലിയ ക്ഷേത്രത്തിൽ പരന്നുകിടക്കുന്നു. അതുകൊണ്ടാണ് നമ്മൾ പ്രയോഗിക്കുന്ന ശക്തി ഒന്നുതന്നെയാണെങ്കിലും സൂചി മുനയില്ലാത്ത ആണിയേക്കാൾ കൂടുതൽ മർദ്ദം ചെലുത്തുന്നത്.

ഇരുപതു പല്ലുള്ള പല്ലിത്തടി അത്രതന്നെ ഭാരവും എന്നാൽ അറുപതു പല്ലുമുള്ള പല്ലിത്തടിയേക്കാൾ ആഴത്തിൽ മണ്ണിളക്കമെന്നു നിങ്ങൾക്കറിയാമല്ലോ. എന്തുകൊണ്ടാണത്? ആദ്യത്തെ തടിയുടെ ഓരോ പല്ലിന്മേലുമുള്ള ഭാരം രണ്ടാമത്തേതിന്റെ ഓരോ പല്ലിന്മേലുമുള്ളതിനേക്കാൾ കൂടുതലാണെന്നതാണ് കാരണം.

മദ്യത്തെപ്പറ്റി പറയുമ്പോൾ ബലം മാത്രമല്ല, ആ ബലം പ്രവർത്തിക്കുന്ന ക്ഷേത്രം കൂടി കണക്കിലെടുക്കണം. ഒരാൾക്ക് 1,000 റൂബിൾ ശമ്പളമുണ്ടെന്നു പറഞ്ഞാൽ അതു കുറവായാണോ കൂടുതലായാണെന്നു നമുക്കറിഞ്ഞുകൂടാ. അത് പ്രതിമാസമാണോ പ്രതിവർഷമാണോയെന്ന് അറിയണം. അതേപോലെതന്നെ, ഒരു ചതുരശ്രസെന്റിമീറ്ററിൽ വ്യാപിച്ചുകിടക്കുകയാണോ അതോ ഒരു ചതുരശ്രമീറ്ററിന്റെ നൂറിലൊരംശത്തിൽ കേന്ദ്രീകരിച്ചിരിക്കുകയാണോ എന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും ബലത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം.

കാലിൽ സ്ത്രീയുണ്ടെങ്കിൽ, ഉറക്കുന്ന മഞ്ഞിന്റെ മീതേകൂടി എളുപ്പം പോകാം. സ്ത്രീയില്ലെങ്കിലോ, താഴെ വീണതുതന്നെ. എന്താണു കാര

ണം? സ്ത്രീ ധരിക്കുമ്പോൾ നമ്മുടെ ശരീരത്തിന്റെ ഭാരം കരേക്കൂടി വലിയൊരു ക്ഷേത്രത്തിൽ വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്നു. സ്ത്രീയുടെ ഉപരിതലത്തിന് നമ്മുടെ കാൽച്ചുവടിന്റേതിന്റെ ഇരുപതിരട്ടി വലിപ്പമുണ്ടെങ്കിൽ അതിനർത്ഥം സ്ത്രീ ധരിക്കാത്തപ്പോൾ ചെലുത്തുന്നതിന്റെ ഇരുപതിലൊന്നു മർദ്ദം മാത്രമേ സ്ത്രീ ധരിക്കുമ്പോൾ നാം മഞ്ഞിൽ ചെലുത്തുന്നുള്ളവെനാണു്. ഉറയ്ക്കാത്ത മഞ്ഞിൽ നിങ്ങളെ സ്ത്രീയുണ്ടെങ്കിൽ താങ്ങാൻ കഴിയും, ഇല്ലെങ്കിൽ കഴിയുകയുമില്ല.

ചതുപ്പനിലങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന കുതിരകൾക്ക് പ്രത്യേകതരം ലാടങ്ങളാണു തറയ്ക്കുന്നത്. അവ കൂടുതൽ വലിയ പ്രദേശത്തു പതിയുകയും അങ്ങിനെ ചതുപ്പനിലത്തു ചെലുത്തുന്ന മർദ്ദം കുറയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അതുകൊണ്ടാണു് അവ ചെളിയിൽ പുണ്ടുപോകാത്തതു്. ചതുപ്പ പ്രദേശങ്ങൾ കടന്നുപോകുന്ന മനുഷ്യരും ഇത്തരം മുൻകരുതലുകൾ എടുക്കാറുണ്ടു്. തങ്ങളുടെ ഭാരം മുഴുവനും കൂടുതൽ വലിയ പ്രദേശത്തു് വ്യാപിപ്പിച്ചുകൊണ്ടു് ഈണുതിരങ്ങിയാണു് ആളുകൾ പലപ്പോഴും കട്ടികറഞ്ഞ ഐസിന്റെ മീതേക്കൂടി പോകുന്നത്.

ടാങ്കുകളും കാറൻപില്ലർ ടാക്സിറുകളും ഭാരിച്ചതല്ലെങ്കിലും അവ അയഞ്ഞ മണ്ണിൽ പൂഴ്ന്നുപോകുന്നില്ല. എന്തെന്നാൽ ഏറെക്കുറെ വലിയൊരു ആലംബപ്രദേശത്തു് അവയുടെ ഭാരം വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്നു. 8 ഫുണ്ണുള്ള ടാക്സിർ ഒരു ചതുരശ്രസെൻറിമീറ്ററിൽ ചെലുത്തുന്ന മർദ്ദം വെറും 600 ഗ്രാമാണു്. രണ്ടു ടൺ ഭാരമേറിയീട്ടും ചതുരശ്രസെൻറിമീറ്ററിൽ 160 ഗ്രാം മർദ്ദം മാത്രം ചെലുത്തുന്ന കാറൻപില്ലർവണ്ടികളുണ്ടു്. ചതുപ്പനിലങ്ങളിലും മണൽപ്രദേശങ്ങളിലും ഉപയോഗിക്കാൻ പറിയ വണ്ടികളാണവ.

ആലംബപ്രദേശം വലുതായതുകൊണ്ടുള്ള ഗുണമാണു് ഇവിടെ കിട്ടുന്നത്. സൂചിയുടെ കാര്യത്തിൽ നേരെ മറിച്ചായിരുന്നു.

വളരെക്കുറച്ചു പ്രദേശത്തു് ബലമേൽക്കുന്നതുകൊണ്ടാണു് കൂർത്ത മൂന്നു എളുപ്പം കത്തിക്കയറ്റുന്നതെന്നു് മേൽപറഞ്ഞതിൽനിന്നു വ്യക്തമാക്കപ്പെട്ടു. മുർച്ചയുള്ള കത്തി മുർച്ച കുറഞ്ഞ കത്തിയേക്കാൾ എളുപ്പം മുറിയുന്നത് അതുകൊണ്ടാണു്. കത്തിയുടെ വക്കിന്റെ താരതമ്യേന പറിയൊരു പ്രദേശത്തു് ബലം കേന്ദ്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.

ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ മൂന്നുകളിലും വക്കുകളിലും വളരെയേറെ മർദ്ദം കേന്ദ്രീകരിച്ചിട്ടുള്ളതുകൊണ്ടാണു് മുർച്ചയുള്ള വസ്തുക്കൾ എളുപ്പം കത്തുകയും മുറിക്കുകയും ചെയ്യുന്നത്.

രണ്ടും മരംകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതാണെങ്കിലും വെറുമൊരു സ്റ്റുളിലിരിക്കുന്നതിനേക്കാൾ കൂടുതൽ സുഖം ഒരു കസേരയിലിരിക്കുമ്പോൾ തോന്നുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണ്? കയറിന മയമില്ലെങ്കിലും കയറുകുട്ടിയിൽ സുഖമായി കിടക്കാൻ കഴിയുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണ്?

കാരണം ലളിതമാണ്. സ്റ്റുളിന്റെ മുകൾവശം പരന്നതാണ്. നിങ്ങൾ അതിന്മേൽ ഇരിക്കുമ്പോൾ നിങ്ങളുടെ മുഴുവൻ ഭാരവും ചെറിയൊരു പ്രദേശത്തു് അമരുന്നു. കസേരകൾക്കകട്ടെ, അകത്തോട്ടു വളഞ്ഞ ഇരിപ്പിടങ്ങളാണ് സാധാരണ ഉള്ളതു്. അതുകൊണ്ടു് നിങ്ങൾ കറേക്കൂടി വലിയൊരു ക്ഷേത്രത്തിലാണ് മർദ്ദം ചെലുത്തുന്നത്. അതിലൊട്ടാകെ നിങ്ങളുടെ ഭാരം വ്യാപിച്ചിരിക്കുന്നു. പ്രതലത്തിന്റെ ഓരോ യൂണിറ്റിലും നിങ്ങൾ ചെലുത്തുന്ന ഭാരം, മർദ്ദം, കുറവാണ്.

കൂടുതൽ സമമായി മർദ്ദം വിതരണം ചെയ്യണമെന്നതാണ് കാര്യം. മയമുള്ള മെത്തയിൽ നാം നമ്മുടെ ശരീരത്തിന്റെ അസമമായ ആകൃതിക്കനുരൂപമായ താഴ്ചകൾ ഉളവാക്കുന്നു. മർദ്ദം ഏറെക്കുറെ സമമായി വിതരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഒരു ചതുരശ്രസെന്റിമീറ്ററിന് ഏതാനും ഗ്രാമുകൾ മാത്രമേ വരൂ. നമുക്കു് കിടപ്പു് സുഖമായിത്തോന്നുന്നതിൽ അത്ഭുതമില്ല.

ചെറിയൊരു കണക്കുകൂട്ടൽ ഈ വ്യത്യാസത്തെ വ്യക്തമാക്കും. പ്രായപൂർത്തിയായ ഒരാളിന്റെ ശരീരപ്രതലത്തിന് 2 ചതുരശ്രമീറ്റർ അഥവാ 20,000 ചതുരശ്രസെന്റിമീറ്റർ വിസ്തീർണ്ണമാണുള്ളതു്. മെത്തയിൽ കിടക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ ഏകദേശം നാലിലൊന്നു്— അതായതു് 0.5 ച. മീ അഥവാ 5,000 ച.സെ.മീ. — അയാളെ താങ്ങുന്നു. അയാൾക്കു് 60 കിലോഗ്രാം അഥവാ 60,000 ഗ്രാം ഭാരമുണ്ടെന്നു കണക്കാക്കിയാൽ കിട്ടുന്ന മർദ്ദം ചതുരശ്രസെന്റിമീറ്ററിന് 12 ഗ്രാം മാത്രമാണ്. വെറുപലകയിൽ കിടന്നാലാകട്ടെ, 100 ചതുരശ്രമീറ്ററിന്റെ താങ്ങേ കിട്ടൂ. താരതമ്യേന കുറച്ചു് സ്ഥാനങ്ങളിലേ സ്പർശിക്കുന്നുള്ളു. എന്നുവെച്ചാൽ മർദ്ദം ചതുരശ്രസെന്റിമീറ്ററിന് ഒരു ഡസൻ ഗ്രാമിനു പകരം അര കിലോഗ്രാമായിരിക്കുമെന്നർത്ഥം. ഗണ്യമായ ഒരു വ്യത്യാസമാണിതു്, അല്ലേ? നമുക്കതു് തൽക്ഷണം അനുഭവപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

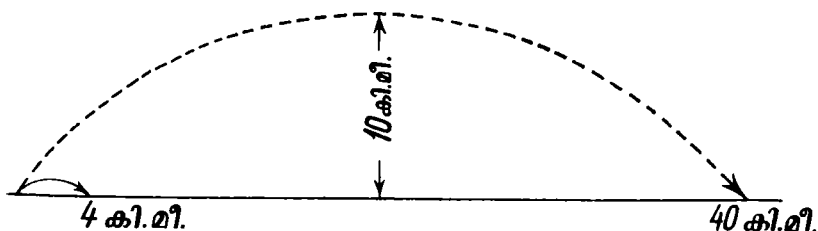
എന്നാലതേ സമയം, ഏറ്റവും കടുപ്പമുള്ള മെത്തയ്ക്കുപോലും ഒരു രൂപലിനോളം മയമുള്ളതാകാൻ കഴിയും. നമ്മുടെ ശരീരത്തിന്റെ ഭാരം അതിലെല്ലായിടത്തും വിതരണം ചെയ്തിരിക്കണമെന്നു മാത്രം. നന്നവുള്ള കളിമണ്ണിൽ കിടന്നിട്ടു് നിങ്ങളുടെ ദേഹത്തിന്റെ പാടു് അതിൽ

അമർന്നുപതിഞ്ഞുവെന്നു വിചാരിക്കുക. അത് ഉറച്ചു കട്ടിയായതിനു ശേഷം കയറിക്കിടന്നു നോക്കുക (ഉറയ്ക്കുന്ന കളിമണ്ണു 5-10 ശതമാനം പുറത്തുചെങ്കിലും നാം അതിവിടെ കണക്കിലെടുക്കുന്നില്ല). പൂമെത്തയിൽ കിടക്കുന്നതുപോലിരിക്കും. പാറപോലുറച്ച ശയ്യയിലാണു കിടക്കുന്നതെങ്കിലും അത് അങ്ങേയറ്റം മാർദ്ദവമുള്ളതായിത്തീർന്നതുകൊണ്ട് നിങ്ങളുടെ ഭാരം കൂടുതൽ വലിയൊരു ആലംബക്ഷേത്രത്തിൽ വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ്.

അദ്ധ്യായം മൂന്ന്
വായുമണ്ഡലപ്രതിരോധം.

വെടിയുണ്ടയും വായുവും.

വായു വെടിയുണ്ടയുടെ ഗതിക്കു തടസ്സമാണെന്നു് എല്ലാവർക്കു മറിയാം. എന്നാൽ അതു് എത്ര വലിയ തടസ്സമാണെന്നു മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുള്ളവർ അധികമില്ല. സാധാരണഗതിയിൽ നമുക്കുവേണ്ടപ്പോൾ തന്നെയില്ലാത്ത വായുവിനെപ്പോലെ നേർത്ത ഒരു മാധ്യമം അതിവേഗം പറക്കുന്ന വെടിയുണ്ടയ്ക്കു് പ്രതിബന്ധമാകാൻ സാധ്യമല്ലെന്നു് പലരുടേയും വിചാരം.



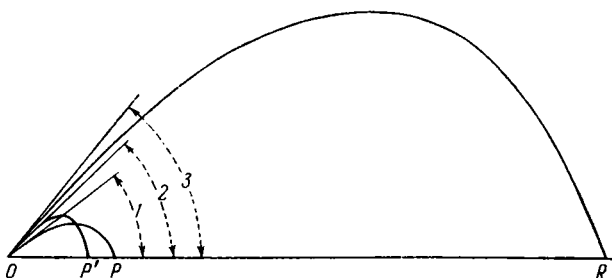
ചിത്രം 28. വായുവിലും നിർവാതത്തിലും വെടിയുണ്ടയുടെ ഗതി. വലിയ ചാപം വായുമണ്ഡലമില്ലാത്തപ്പോഴുള്ള പ്രക്ഷേപപഥത്തേയും ഇടതുവശത്തെ ചെറിയ ചാപം വായുവിലുള്ള യഥാർത്ഥപ്രക്ഷേപപഥത്തേയും കുറിക്കുന്നു

എന്നാൽ ചിത്രം 28-ൽ ഒരു നോക്കുകയേ വേണ്ടു, വായു വെടിയുണ്ടയ്ക്കു സൃഷ്ടിക്കുന്ന പ്രതിബന്ധത്തിന്റെ ഗൗരവം മനസ്സിലാവുന്നതാണു്. വായുവിലായിരുന്നെങ്കിൽ വെടിയുണ്ട കൈക്കൊള്ളുമായിരുന്ന പ്രക്ഷേപപഥമാണു് ചിത്രത്തിലെ വലിയ വക്രം. 45° കോണായിപ്പിടിച്ച തോക്കിൽനിന്നു് സെക്കണ്ടിൽ 620 മീറ്റർ പ്രാരംഭവേഗം

വേഗത്തോടെ പറക്കുന്ന ഒരു വെടിയുണ്ട 10 കിലോമീറ്റർ പൊക്കത്തിലുള്ള വലിയൊരു വക്രം രചിച്ചശേഷം ഏതാണ്ട് 40 കിലോമീറ്റർ ദൂരം പറക്കേണ്ടതാണ്. എന്നാൽ വാസ്തവത്തിൽ വെടിയുണ്ട, ആദ്യത്തേതിനെ അപേക്ഷിച്ച് നിസ്സാരമായൊരു വക്രം രചിച്ചുകൊണ്ട് വെറും 4 കിലോമീറ്റർ ദൂരമേ പോകുന്നുള്ളൂ. വായുവിന്റെ പ്രതിരോധമെന്നുവെച്ചാൽ ഇതാണ്!

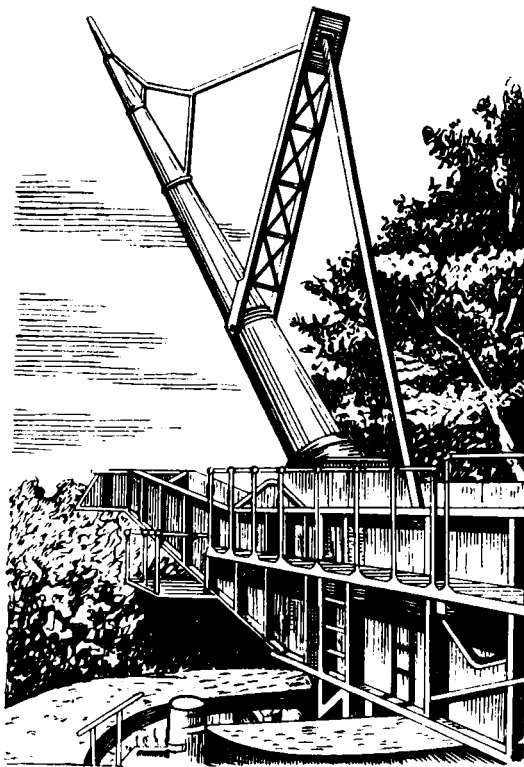
ദീർഘദൂരവെടിപ്രയോഗം.

ദീർഘദൂരത്തിൽനിന്നുള്ള വെടിപ്രയോഗം ആദ്യം തുടങ്ങിയത് ജർമ്മൻകാരാണ്. ഒന്നാംലോകമഹായുദ്ധത്തിന്റെ അവസാനവർഷത്തിൽ (1918) ഫ്രാൻസിനേയും ബ്രിട്ടനേയും വിമാനങ്ങൾ ജർമ്മൻ ബോംബാക്രമണത്തിനു വിരാമമിട്ടപ്പോൾ ജർമ്മൻകാർ നൂറു അതിലേറെയും കിലോമീറ്റർ അകലെനിന്നുള്ള വെടിപ്രയോഗം തുടങ്ങി.



ചിത്രം 29. ദീർഘദൂരപീരങ്കിയുടെ വായു വിവിധകോണുകളിലായി ചെരിച്ചുവയ്ക്കുമ്പോൾ ഷെല്ലു ചെന്നുവീഴുന്ന ദൂരവും മാറുന്നു. കോണം 1-ൽ ഷെല്ലു P-യിലും കോണം 2-ൽ P'-ലും വീഴുന്നു. എന്നാൽ കോണം 3-ൽ അത് വായുമണ്ഡലത്തിന്റെ വിരളീതസ്തരങ്ങളിലൂടെ പോകുന്നതുകൊണ്ട് വളരെ ദൂരെ എത്തുന്നു

യുദ്ധനിരകളിൽനിന്ന് ചുരുങ്ങിയത് 110 കിലോമീറ്ററെങ്കിലും അകലെ സ്ഥിതിചെയ്തിരുന്ന പാരീസിലേക്കു ഷെല്ലുകളയയ്ക്കാനുള്ള തികച്ചും നൂതനമായ മാർഗ്ഗം ജർമ്മൻ പീരങ്കിഭടന്മാർ കണ്ടുപിടിച്ചത് ധ്രുവസ്ഥിതികമായിട്ടാണ്. വലിയ കോണത്തിൽ ഉയർത്തിവച്ച ഒരു കൂറൻ പീരങ്കിയിൽനിന്നു തൊട്ടത്തിവിട്ട ഷെല്ലുകൾ ഇരുപതിനു പകരം നാല്പതു കിലോമീറ്റർ അകലെ എത്തുന്നതായി അവർ കണ്ടു. വലിയ



ചിത്രം 30. “ബിഗ് ബെർത്ത്” എന്ന
ജർമ്മൻ പീരങ്കി

പ്രാരംഭപ്രവേശത്തോടെ നേരെ മുകളിലോട്ടയയ്ക്കുന്ന ഷെൽ വായുമണ്ഡലത്തിന്റെ അത്യുയരത്തിലുള്ള വിരളീതസ്സരങ്ങളിലെത്തുന്നു. വായുവിന്റെ പ്രതിരോധം നിസ്സാരമായതുകൊണ്ട് ഷെൽ അതിന്റെ പാതയുടെ ഗണ്യമായൊരു ഭാഗം അവയിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുകയും അതിനു ശേഷം ഭൂമിയിലേക്കു കത്തനെ വന്നു വീഴുകയും ചെയ്യുന്നു. പീരങ്കിക്കുഴൽ വ്യത്യസ്തകോണങ്ങളിൽ നാട്ടുമ്പോൾ പ്രക്ഷേപപഥങ്ങൾ തമ്മിലുണ്ടാകുന്ന വമ്പിച്ച വ്യത്യാസങ്ങൾ ചിത്രം 29-ൽ കാണാം. 115 കിലോമീറ്റർ അകലെയെക്കിടക്കുന്ന പാരീസിന്റെ നേർക്കുള്ള വെടിപ്രയോഗത്തിന് ജർമ്മൻകാർ നിർമ്മിച്ച ദീർഘദൂരപീരങ്കിയുടെ മൗലികത്വം

ഇതാണ്. "ബിഗ് ബെർത്ത്" എന്ന പേരുള്ള ആ പീരങ്കി 1918 വേനലിലുടനീളം പാരിസിന്റെ നേർക്കു് മുന്തിരിൽപരം ഷെല്ലുകളെ ചൂ.

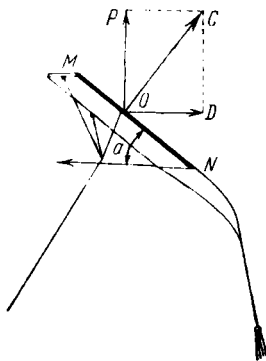
34 മീറ്റർ നീളവും ഒരു മീറ്റർ വണ്ണവുമുള്ള ഒരു പട്ടകുറൻ ഉരക്കു കഴലായിരുന്നു അതു്. ഷെല്ലിടുന്ന ഭാഗത്തു് അതിന്റെ ഭിത്തികൾക്കു് 40 സെന്റിമീറ്റർ കട്ടിയുണ്ടായിരുന്നു. 750 ടണ്ണായിരുന്നു പീരങ്കിയുടെ തൂക്കം. ഒരു മീറ്റർ നീളവും 21 സെന്റിമീറ്റർ വണ്ണവുമുള്ള ഓരോ ഷെല്ലിനും 120 കിലോഗ്രാം ഭാരമുണ്ടായിരുന്നു. ഓരോ വെടിയ്ക്കും 150 കിലോഗ്രാം വെടിമരുന്നു വേണ്ടിവന്നു. 5,000 അററു് മോസ്ഫിയർ മർദ്ദത്തോടു് സെക്കണ്ടിൽ 2,000 മീറ്റർ പ്രാരംഭപ്രവേഗത്തോടുകൂടിയാണു് ഓരോ ഷെല്ലും തൊടുത്തുവിട്ടതു്. ഉന്നമനകോണം 52° ആയിരുന്നതുകൊണ്ടു് ഷെൽ അതിബൃഹത്തായ ഒരു വക്രമാണു് രചിച്ചതു്. അതിലെ ഏറ്റവും ഉയർന്ന ബിന്ദു ഭൂമിയുടെ 40 കിലോ മീറ്റർ മുകളിലായിരുന്നു—അതായതു് വിദൂരമായ സ്കാരോസ്ഫിയറിൽ. 115 കിലോമീറ്ററുകളെയുള്ള പാരിസിലെത്താൻ ഷെൽ $31\frac{1}{2}$ മിനിട്ടു് സമയമെടുത്തു. അതിൽ രണ്ടു മിനിട്ടും സ്കാരോസ്ഫിയറിലൂടെയായിരുന്നു സഞ്ചാരം.

ഇന്നത്തെ ദീർഘദൂരപീരങ്കികളുടെ മുന്നോടിയിലായിരുന്നു അതു്.

വെടിയുണ്ടയുടെ (അഥവാ ഷെല്ലിന്റെ) പ്രാരംഭപ്രവേഗം കൂടുന്തോറും വായുവിന്റെ പ്രതിരോധവും കൂടും. പ്രവേഗത്തിനു് അനുപാതമായിട്ടല്ല, അതിലും വേഗത്തിലാണു്, പ്രവേഗത്തിന്റെ വലിപ്പമനുസരിച്ചു് അതിന്റെ വർഗ്ഗത്തിനും ഘനസംഖ്യയ്ക്കും മറ്റും അനുപാതമായിട്ടാണു്, പ്രതിരോധത്തിന്റെ വർദ്ധനവു്.

പട്ടം പറക്കുന്നതെന്തുകൊണ്ടു്?

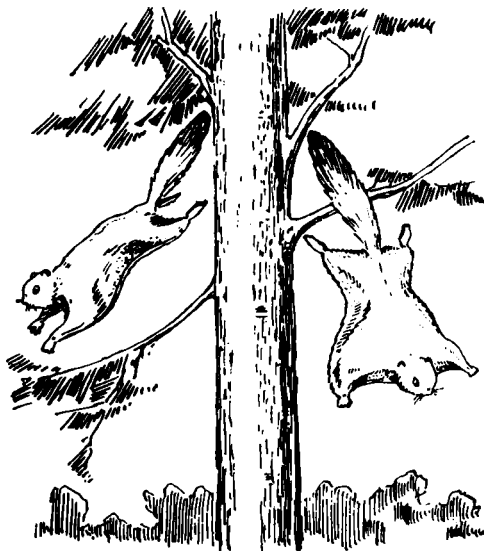
പരസിൽ പിടിച്ചു വലിക്കുമ്പോൾ പട്ടം മേലോട്ടുയരുന്നതു് എന്തുകൊണ്ടാണെന്നറിയാമോ? അറിയാമെങ്കിൽ, വിമാനം പറക്കുന്നതും അപ്പപ്പൻതാടി വായുവിലൊഴുകിനടക്കുന്നതും എന്തുകൊണ്ടാണെന്നുകൂടി നിങ്ങൾക്കു മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയും. ബുദ്ധിമുട്ടാത്ത വിചിത്രമായ പെരുമാറ്റത്തിന്റെ കാരണംപോലും ഒരതിർത്തിവരെ ഗ്രഹിക്കാൻ നിങ്ങൾക്കു കഴിയും. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ ഇവയ്ക്കെല്ലാം അന്യോന്യം ബന്ധമുണ്ടു്. വെടിയുണ്ടയ്ക്കും ഷെല്ലിനും ഇത്രയേറെ തടസ്സമുണ്ടാക്കുന്ന അതേ വായുതന്നെയാണു് ഘനമില്ലാത്ത അപ്പപ്പൻതാടിയും പട്ടവും മാത്രമല്ല ഘനമേറിയ വിമാനംപോലും പറക്കാനിടയാക്കുന്നതു്.



ചിത്രം 31. പട്ടം പറക്കാ നിടയാക്കുന്ന ബലങ്ങൾ

ചിത്രം 31-ൽ നോക്കിയാൽ പട്ടം പറക്കാനുള്ള കാരണം മനസ്സിലാവും. MN എന്ന രേഖ പട്ടത്തിന്റെ പരിക്ഷേത്രമാണെന്നു വിചാരിക്കാം. പട്ടം കയ്യിൽ നിന്നു വിട്ട് ചരടിൽ പിടിച്ചു വലിക്കുമ്പോൾ, വാലിന്റെ ഘനംകൊണ്ട് പട്ടം നിലത്തിനു കോണായി നീങ്ങുന്നു. പട്ടം വലത്തുനിന്നു ഇടത്തോട്ടു നീങ്ങുന്നുവെന്നു വിചാരിക്കാം. “a” പട്ടത്തിന്റെ തലത്തിനും ക്ഷിതിജതലത്തിനുമിടയ്ക്കുള്ള കോണത്തെ കുറിക്കുന്നു. നമുക്കിനി പട്ടത്തിന്മേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലങ്ങൾ ഏതെല്ലാമാണെന്നു നോക്കാം. വായു തീർച്ചയായും അതിന്റെ ചലനത്തെ തട

സ്സപ്പെടുത്തുകയും അതിന്മേൽ മർദ്ദം ചെലുത്തുകയും ചെയ്യും. OC ഈ മർദ്ദത്തെ കുറിക്കുന്നു. വായുവിന്റെ മർദ്ദം എപ്പോഴും തലത്തിനു ലംബമായതുകൊണ്ട് OC MN-നു സമകോണാണ്. ഒരു ബല



ചിത്രം 32. “പറക്കും അണ്ണാനുകൾ”
20-30 മീറ്റർ ദൂരത്തിൽ ചാടും

സമാന്തര ചതുർഭുജം രചിച്ചു OC എന്ന ബലത്തെ OD എന്നും OP എന്നുമുള്ള രണ്ടു ബലങ്ങളായി വേർതിരിക്കാൻ കഴിയും. അവയിൽ OD പട്ടത്തെ പുറകോട്ടു വലിക്കുകയും അങ്ങിനെ അതിന്റെ പ്രാരംഭപ്രവേഗം കുറയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. OP പട്ടത്തെ മുകളിലോട്ടു വലിക്കുകയും അങ്ങിനെ അതിന്റെ ഭാരം കുറയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ബലം വേണ്ടത്ര കൂടുമ്പോൾ അതു് പട്ടത്തിന്റെ ഭാരത്തെ തരണംചെയ്തു് അതിനെ മേലോട്ടുയർത്തുന്നു. മുമ്പിലേക്കു വലിക്കുമ്പോൾ പട്ടം മേലോട്ടു പൊങ്ങാനുള്ള കാരണം ഇതാണ്.

വിമാനവും യഥാർത്ഥത്തിൽ ഒരു പട്ടമാണ്. നമ്മൾ പട്ടത്തെ കൈ കൊണ്ടു ചരടിൽ പിടിച്ച് മുമ്പോട്ടു വലിക്കുമ്പോൾ വിമാനത്തെ മുമ്പോട്ടു നീക്കുന്നതു് പ്രൊപ്പല്ലറോ ജെറ്റ് എഞ്ചിനോ ആണെന്നു മാത്രം. വളരെ പ്രാകൃതമായ ഒരു വിശദീകരണമാണിതെന്നതിന്നു സംശയമില്ല. വിമാനം മേലോട്ടുയരാൻ കാരണങ്ങൾ വേറേയുമുണ്ട്. “ഭൗതികകൗതുക”ത്തിന്റെ രണ്ടാം വാല്യത്തിൽ “തരംഗങ്ങളും ചൂഴ്ന്നിറങ്ങുകയും” എന്ന അദ്ധ്യായത്തിൽ അവ വിവരിച്ചിട്ടുണ്ട്.

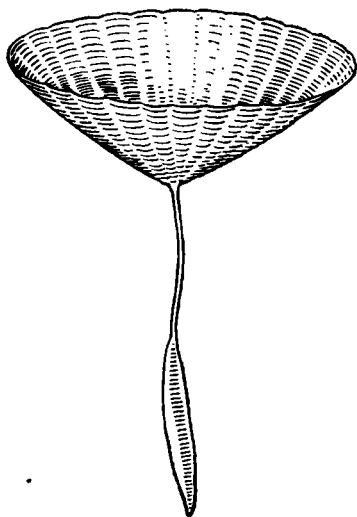
ജീവനുള്ള ഗൈഡുകൾ

ഘടനയുടെ കാര്യത്തിൽ വിമാനത്തിനു്, സാധാരണ കരുതുന്നതു പോലെ പക്ഷികളോടല്ല, അതിലേറെ “പറക്കും അണ്ണാൻ”കളോടും “പറക്കും മീൻ”കളോടുമാണ് സാമ്യം. ഈ ജന്തുക്കൾതന്നെ അവയുടെ പാർശ്വചർമ്മം ഉപയോഗിക്കുന്നതു് മേലോട്ടു പറക്കാനല്ല, മറിച്ച് സാമാന്യം ദൂരത്തിൽ കുതിച്ചിറങ്ങാനാണ് — വൈമാനികഭാഷയിൽ പറഞ്ഞാൽ “ഗ്ലൈഡു്” ചെയ്യാൻ. അവയെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം OP എന്ന ബലം (ചിത്രം 31) ഉടലിന്റെ ഭാരത്തോടൊപ്പമാകാൻ താമ്രമില്ല. ആ ഭാരത്തെ കുറയ്ക്കുകയും അങ്ങിനെ ഉയരത്തിൽനിന്നും നീണ്ട പാട്ടങ്ങൾ ചാടാൻ അവയ്ക്കു കഴിവുണ്ടാക്കുകയും മാത്രമേ ചെയ്യുന്നുള്ളൂ (ചിത്രം 32). ഒരു പറക്കും അണ്ണാൻ ഒരു മരത്തിന്റെ തലപ്പത്തുനിന്നു് 20-30 മീറ്റർ ദൂരം ചാടി മറ്റൊരു മരത്തിന്റെ താഴത്തെ കൊമ്പിലെത്തിപ്പിടിക്കാൻ കഴിയും. ഈസ്റ്റിൻഡീസിലും സിലോണിലും ഇതിന്റെതന്നെ കറേക്കുടി വലിപ്പമുള്ള ഒരിനമുണ്ട്. “തളവാൻ” എന്നു പറയും. പൂച്ചയുടെ വലിപ്പമുണ്ട്. “ചിറകു്” വിരത്തിപ്പിടിച്ച് അര മീറ്ററോളം നീളം വരും. അതുകാരണം, ഉടലിന്നു നല്ല ഭാരമുണ്ടാകിത്തക്കി 50 മീറ്ററോളം ദൂരത്തിൽ എടുത്തുചാടാൻ കഴിയും. സുൽഭാദീപുകളിലും ഫിലിപ്പൈൻസിലുമുള്ള ഫലാഞ്ചറുകൾക്കു് 70 മീറ്റർ ദൂരെവരെ ചാടാം.

സസ്യങ്ങൾ വംശവർദ്ധനയ്ക്കുവേണ്ടി പലപ്പോഴും ഉപയോഗിക്കാറുള്ള ഒരേർപ്പാടാണ് റൈഡിംഗ്. പല വിത്തുകൾക്കും ഒന്നുകിൽ രോമമുള്ളങ്ങളോ (ഡൻഡിലിയോൺ, പരുത്തി, 'ആട്ടിൻതാടി') അല്ലെങ്കിൽ 'ചിറകുകളോ' (കോണിഫർ, മേപ്പിൾ, വെളുത്ത ബെർച്, എൽ., ലിൻഡൻ തുടങ്ങിയവ) ഉണ്ടായിരിക്കും.

കെർനെർ ഫോൻ മരിലാവും ഏഴുതിയ 'സസ്യജീവിതം' എന്ന സുപ്രസിദ്ധഗ്രന്ഥത്തിൽ ഇങ്ങനെയൊരു ഭാഗമുണ്ട്:

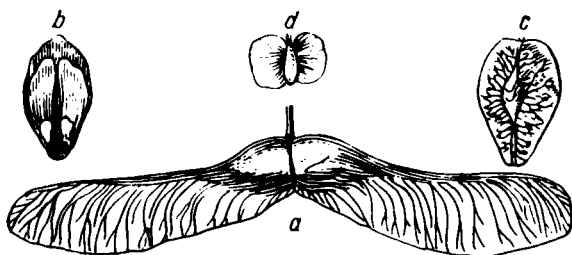
"സൂര്യപ്രകാശമുള്ളതും കാറ്റിലാത്തതുമായ ദിവസങ്ങളിൽ അനേകം കറുപ്പും വിത്തുകളും ലംബമായ വായുപ്രവാഹങ്ങളിൽപ്പെട്ട് മേലോട്ടുയരുന്നു. സൂര്യാസ്തമനത്തിനുശേഷം സാധാരണഗതിയിൽ അല്പം ദൂരെ മാറി പറന്നു വീഴുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പറന്നുവീഴൽ വിത്തുകൾക്കു പ്രധാനമാകുന്നത് വലിയൊരു പ്രദേശത്തു് വ്യാപിക്കാനെന്നതിനേക്കാൾ പാറകളുടേയും മേടകളുടേയും മറ്റും വിടവുകളിലെത്താനാണ്. മറ്റൊരു വഴിക്കും അവയ്ക്കുവിടെ എത്താൻ കഴിയുകയില്ല. ഒഴുകിനടക്കുന്ന ഈ വിത്തുകളേയും കറുപ്പുകളേയും ക്ഷൈതിജവായുപ്രവാഹങ്ങൾ വളരെ ദൂരെ കൊണ്ടെത്തിച്ചെന്നും വരാം.



ചിത്രം 33. 'ആട്ടിൻതാടി'യുടെ കായ്

"ചില സസ്യങ്ങളുടെ വിത്തുകൾക്കു് പറക്കുമ്പോൾ മാത്രമേ ചിറകുകളും പാറചുട്ടുകളും കാണൂ. തിസിൽവിത്തുകൾ വായുവിൽ സ്വൈരമായി ഒഴുകിനടക്കുന്നു. എന്നാൽ എന്തെങ്കിലും തടസ്സം നേരിടുന്ന നിമിഷത്തിൽ വിത്തു് അതിന്റെ പാറചുട്ടിനെ ഉപേക്ഷിച്ചിട്ട് നിലത്തു വീഴുന്നു. മതിലുകളുടേയും വേലികളുടേയും അരികിൽ തിസിൽ വിത്തുകൾ പലപ്പോഴും കാണുന്നതിന്റെ കാരണമിതാണ്. എന്നാൽ മറ്റു ചില സസ്യങ്ങളിൽ വിത്തു് അതിന്റെ പാറചുട്ടുമായി സ്ഥിരമായി ബന്ധിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു."

33, 34 എന്നീ ചിത്രങ്ങളിൽ റൈഡിംഗ് സംവിധാനമു



ചിത്രം 34. പറന്നുപോകുന്ന പലതരം കാകൾ:
a) മേപ്പി; b) പൈൻമരം; c) എൽ; d) ബെർച്

ള്ള ഏതാനും വിത്തുകളേയും കാകളേയും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. സത്യത്തിൽ ഈ സസ്യശ്ലൈശ്മികൾക്ക് മനുഷ്യനിർമ്മിതമായവയേക്കാൾ പല മെച്ചങ്ങളുമുണ്ട്. തങ്ങളേക്കാൾ കൂടുതൽ തൂക്കമുള്ള ഭാരങ്ങളെ എടുത്തു പൊക്കാൻ മാത്രമല്ല സമ്പുലിതമാക്കാനും അവയ്ക്കു കഴിയും. ഉദാഹരണത്തിന് മുല്ലയുടെ വിത്തു് എന്തെങ്കിലും കാരണവശാൽ മറിഞ്ഞുപോയാൽത്തന്നെ ഉണിനിൽക്കുന്ന വശം വീണ്ടും താഴോട്ടായിക്കൊണ്ടു് അതു് പൂർവ്വനിലയിലാവും. എന്നാൽ വല്ല പ്രതിബന്ധത്തേയും നേരിട്ടുപോയാൽ അതു് കീഴ്മേൽമറിഞ്ഞു് കത്തനെ വീഴുകയില്ല, മെല്ലെ ഒഴുകിയിറങ്ങുകയേയുള്ളൂ.

വിളംബിത പാരപ്യൂട്ട് ചാട്ടം

ചില സോവിയറ്റ് സാഹസികവൈമാനികർ നടത്തുന്ന പാരപ്യൂട്ട് ചാട്ടങ്ങൾ നാം ഇത്തരങ്ങത്തിൽ ഓർത്തുപോകുന്നു. ഏതാണ്ടു പത്തു കിലോമീറ്റർ ഉയരത്തിൽനിന്നു്* എടുത്തുപാടുന്ന അവർ കറെ ദൂരത്തേക്കു് കല്ലുപോലെ താഴോട്ടു വീണതിനു ശേഷം മാത്രമേ ചരട്ടുവമ്പിച്ചു് പാരപ്യൂട്ടു് തുറക്കുന്നുള്ളൂ. പാരപ്യൂട്ടു് തുറക്കാതുള്ള ഈ ചാട്ടം നൂത്തുപോയ അയാൾ ശൂന്യമായ സ്പേസിലെന്നവണ്ണം താഴോട്ടു വീഴുന്നുവെന്നാണു് പലരുടേയും വിചാരം. അങ്ങിനെയായിരുന്നെങ്കിൽ ആ ചാട്ടത്തിനെടുക്കുന്ന സമയം എത്രയോ കുറവും തറയോടടുത്തെത്തുമ്പോഴുള്ള പ്രവേഗം എത്രയോ കൂടുതലും ആകുമായിരുന്നു.

* 1963-ൽ സോവിയറ്റ് പാരപ്യൂട്ടുകാർ 25 കിലോമീറ്റർ ഉയരത്തിൽനിന്നു ചാടുകയുണ്ടായി.

എന്നാൽ വായുമണ്ഡലത്തിന്റെ പ്രതിരോധം താരതമ്യേനവദിക്കുന്നില്ല. വിളംബിതചാട്ടം നടത്തുന്ന പാരച്യുട്ടകാരന്റെ പ്രവേഗം ആദ്യത്തെ പത്തു സെക്കണ്ടിൽ മാത്രമേ, ആദ്യത്തെ ഏതാനും നൂറു മീറ്റർ ദൂരത്തേക്കു മാത്രമേ, വർദ്ധിക്കുന്നുള്ളൂ. അതിനിടയിൽ വായുമണ്ഡലത്തിന്റെ പ്രതിരോധം വർദ്ധിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. അവസാനം താരണം നിശ്ശേഷം നിലച്ച് ചാട്ടം സമവേഗതയിലാകും.

ബലതന്ത്രത്തിന്റെ വീക്ഷണത്തിൽനിന്നു നോക്കുമ്പോൾ വിളംബിതചാട്ടം എങ്ങിനെയിരിക്കുമെന്നതിന്റെ ഒരേകദേശരൂപം നൽകാം. ആദ്യത്തെ 12 സെക്കണ്ടുനേരത്തേക്കു മാത്രമേ താരണം നടക്കുന്നുള്ളൂ. ചിലപ്പോൾ സമയം അല്പസ്വല്പം കുറഞ്ഞെന്നു മിരിക്കും. ഇത് പാരച്യുട്ടകാരന്റെ ഭാരത്തെ ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നത്. ഈ സമയത്തിനുള്ളിൽ അയാൾ 400—500 മീറ്റർ ദൂരം വീഴുന്നു. അയാളുടെ പ്രവേഗം സെക്കണ്ടിൽ 50 മീറ്റർവരെ എത്തുന്നു. പിന്നാലോട്ട്, പാരച്യുട്ട് തുറക്കുന്നതുവരെ അയാൾ ഒരേ വേഗത്തിലാണു വീഴുന്നത്. മഴത്തുള്ളികൾ വീഴുന്നതു. ഇതേ വിധത്തിലാണു്. മഴത്തുള്ളിയുടെ കാര്യത്തിൽ താരണം ഒരു സെക്കണ്ടിലേറെ നീണ്ടുനിൽക്കുന്നില്ലെന്നുമാത്രം. അതുകൊണ്ടു് തറയോടടുത്തത്തുമ്പോൾ അതിന്റെ പ്രവേഗം വിളംബിത പാരച്യുട്ട് ചാട്ടത്തിലെപ്പോലെ അത്രയേറെ വരികയില്ല. തുള്ളിയുടെ വലിപ്പമനുസരിച്ച് സെക്കണ്ടിൽ 2 മീറ്ററിനും 7 മീറ്ററിനും ഇടയ്ക്കായിരിക്കും.

ബൂമെറാംഗ്

ഈ സമർത്ഥമായ ആയുധം—പ്രാകൃതമനുഷ്യൻ കണ്ടുപിടിച്ചിട്ടുള്ളതിൽവെച്ച് സാങ്കേതികമായി ഏറ്റവും തികവുററ ഈ ഉപകരണം—വളരെക്കാലത്തേക്കു് ശാസ്ത്രജ്ഞരെ അത്ഭുതാധീനരാക്കിയിട്ടുണ്ടു്. ബൂമെറാംഗിന്റെ വളഞ്ഞുപുളഞ്ഞ വിചിത്രമായ പ്രക്ഷേപപഥം (ചിത്രം 35) സത്യത്തിൽ ആരേയും അത്ഭുതപ്പെടുത്തും.

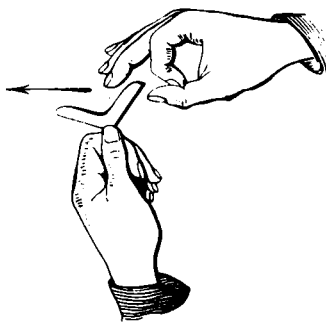
ബൂമെറാംഗിന്റെ പ്രയാണത്തെ വ്യാഖ്യാനിക്കാൻ വിശദമായൊരു സിദ്ധാന്തം ആവിഷ്കരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതിനാൽ ഇന്നു് അതു് ഒരു അത്ഭുതമല്ലാതായിത്തീർന്നിരിക്കുന്നു. ആ സിദ്ധാന്തം മുഴുവനും ഇവിടെ വിശദീകരിക്കാൻ സാദ്ധ്യമല്ല. മൂന്നു ഘടകങ്ങളുടെ സംയുക്തഫലമാണു ബൂമെറാംഗെന്നു മാത്രം സൂചിപ്പിക്കാം: ഒന്നു്, ആദ്യത്തെ ഏറ്റു്; രണ്ടു്, ബൂമെറാംഗിന്റെ കുറക്കും; മൂന്നു്, വായുമണ്ഡലത്തിന്റെ പ്രതിരോധം. ഈ മൂന്നു ഘടകങ്ങളേയും എങ്ങിനെ സംയോജിപ്പിക്കണമെന്നു് ആസു്



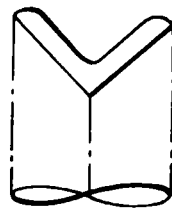
ചിത്രം 35. ആദിസൂലിയയിലെ ആദിവാസി ബുമൊംഗ് ഏറിയുന്നു. ലക്ഷ്യത്തിൽ കൊണ്ടിട്ട്ലകിൽ അതിന്റെ പ്രക്ഷേപപഥമെന്തായിരിക്കുമെന്ന് കത്തിട്ട വര സൂചിപ്പിക്കുന്നു

ഭേലിയയിലെ ആദിവാസികൾക്ക് സഹജബുദ്ധ്യ അറിയാം. ബുമൊംഗിന്റെ ചരിവു. ഗതിയും ഏറിന്റെ ആക്കവും സമർത്ഥമായി മാറിക്കൊണ്ട് അവർ ഉദ്ദിഷ്ടഫലം നേടുന്നു.

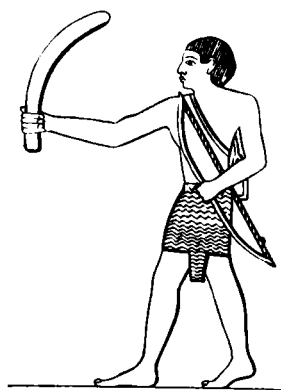
ബുമൊംഗ് ഏറിന്റെ വിദ്യ കുറച്ചൊക്കെ നിങ്ങൾക്കും പഠിക്കാവുന്നതാണ്. ചിത്രം 36-ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള രൂപത്തിൽ ഒരേണ്ണം കാർ



ചിത്രം 36. കാർഡ്ബോർഡുകൊണ്ടുള്ള ബുമൊംഗ് അന്തരിയേണ്ട വിധവും.



ചിത്രം 37. കാർഡ്ബോർഡ് ബുമൊംഗിന്റെ മറ്റൊരു രൂപം (യഥാർത്ഥ വലിപ്പത്തിലുള്ളത്)



ചിത്രം 38. പുരാതന ഈജിപ്തിലെ പടയാളി ബുമൊറാം എറിയുന്നു

ഡബ്ബോർഡിൽനിന്നു വെട്ടിയെടുക്കുക. ഓരോ കൈയ്യും ഉദ്ദേശം 5 സെ. മീ. നീളവും ഒരു സെന്റിമീറ്ററിൽ അല്പം താഴെ വീതിയുമുണ്ട്. തള്ളവിരലിന്റെ അറ്റത്തു ചേർത്തുവെച്ചിട്ട് അതിനെ മുമ്പോട്ടേക്കും കുറച്ചൊന്നു മുകളിലേക്കും മായി ഞൊട്ടിഞ്ഞെറിപ്പിക്കുക. വഴിക്കു് ഒന്നിലും ചെന്നു മുട്ടിയില്ലെങ്കിൽ അതു് അഞ്ചു മീറ്ററോളം പറന്നിട്ട് ഒരു വക്രം രചിച്ചുകൊണ്ടു് തിരിച്ചു് നിങ്ങളുടെ കാൽക്കൽ വന്നു വീഴും.

ചിത്രം 37-ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള അളവിലും രൂപത്തിലും വെട്ടിയെടുക്കുകയും അതിന്റെ ചുവട്ടിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു

പോലെ ഏറെക്കുറെ പ്രൊപ്പല്ലറിന്റെ മട്ടിൽ അല്ലമൊന്നു പിരിച്ചു വളയ്ക്കുകയും ചെയ്താൽ കറേക്കൂടി നല്ല ബുമൊറാംഗ് നിർമ്മിക്കാൻ കഴിയും. കുറച്ചൊന്നു പരിചയിച്ചുകഴിഞ്ഞാൽ വായുവിൽ പലതരം വക്രങ്ങൾ രചിപ്പിച്ചശേഷം തിരിച്ചു കാൽക്കലെത്തിക്കാൻ കഴിയുന്നതാണ്.

സാധാരണ കരുതുംപോലെ ബുമൊറാംഗ് ആസ്ട്രേലിയയിൽമാത്രമുപയോഗിച്ചുപോന്ന ഒരായുധമല്ലെന്നുകൂടി അവസാനമായി പറഞ്ഞുകൊള്ളട്ടെ. അതു് ഇന്ത്യയിൽ പലേടങ്ങളിലും ഉപയോഗിച്ചിട്ടുണ്ട്. അസീറിയൻ യോദ്ധാക്കൾക്കിടയിൽ അതു സാധാരണമായിരുന്നുവെന്നു് ചുമർചിത്രങ്ങളിൽനിന്നു തെളിയുന്നു (ചിത്രം 38 നോക്കുക). പ്രാചീന ഈജിപ്തിലും നൂബിയയിലും അതു സുപരിചിതമായിരുന്നു. പ്രൊപ്പല്ലർപോലെ പിരിഞ്ഞിരിക്കുന്നതിനാൽ പലതരത്തിലുള്ള ചുറ്റിത്തിരിയലുകൾ കഴിഞ്ഞു് ഏറ്റുകാരന്റെ കാൽക്കലെത്തുന്നുവെന്നതാണ് ആസ്ട്രേലിയൻ ബുമൊറാംഗിന്റെ പ്രത്യേകത.

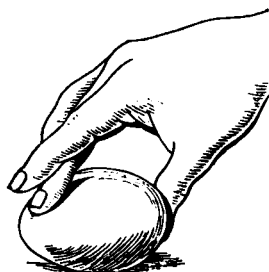
ഘർണ്ണനം. ‘‘നിലയ്ക്കാത്ത’’ യന്ത്രങ്ങൾ

മുട്ട പുഴുങ്ങിയതും പുഴുങ്ങാത്തതും
തമ്മിൽ തിരിച്ചറിയുന്നതെങ്ങിനെ?

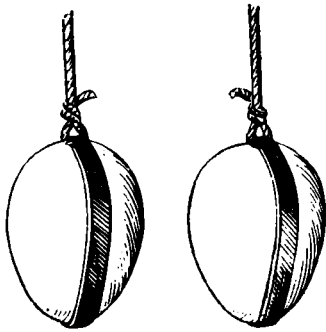
ഒരു മുട്ട പുഴുങ്ങിയതാണോ അല്ലയോയെന്നു് തോടു പൊട്ടിക്കാതെ അറിയാനുള്ള മാർഗ്ഗമെന്താണു്?

ബലതന്ത്രം അതിനുള്ള മാർഗ്ഗം കാട്ടിത്തരുന്നു. പുഴുങ്ങിയ മുട്ട പച്ച മുട്ടയിൽനിന്നു് വ്യത്യസ്തമായിട്ടാണു് ചുറ്റിത്തിരിയുന്നതു് എന്നതാണു് കാര്യം. മുട്ടയെടുത്തു് ഒരു പരന്ന പിഞ്ഞാണത്തിൽ വെച്ചു് ചുറ്റിക്കുക (ചിത്രം 39). പുഴുങ്ങിയതാണെങ്കിൽ പച്ചമുട്ടയേക്കാൾ കൂടുതൽ വേഗത്തിലും കൂടുതൽ സമയത്തേക്കും തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കും. സത്യം പറഞ്ഞാൽ, പച്ചമുട്ട ഒന്നു തിരിക്കാൻതന്നെ പാടാണു്.. പുഴുങ്ങിയ മുട്ടയാവട്ടെ, കാഴ്ചയ്ക്കു് ഒരു വെളുത്തുപരന്ന ദീർഘവൃത്തജമാണെന്നു തോന്നത്തക്ക വേഗത്തിൽ തിരിയുകയും ചിലപ്പോൾ കത്തനെ നിൽക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

പുഴുങ്ങിയ മുട്ട മുഴുവനോടെ തിരിയുന്നു, പച്ചമുട്ട അങ്ങിനെ തിരിയുന്നില്ല, എന്നതാണു് ഇതിനു കാരണം. പച്ചമുട്ടയിലെ ദ്രവാംശത്തെ ഘർണ്ണനചലനം ഉടനടി ബാധിക്കുന്നില്ല. അതു കൊണ്ടു് അതു് ഒരു ബ്രേക്കായി പ്രവർത്തിക്കുകയും ഒരു ഖരവസ്തുവായ പുറംതോടിന്റെ തിരിയലിനെ ജഡത്വബലത്താൽ മന്ദീഭവിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. പച്ചമുട്ടയുടേയും പുഴുങ്ങിയ മുട്ടയുടേയും തിരിയൽ നിൽക്കുന്നതും രണ്ടു വിധത്തിലാണു്. പുഴുങ്ങിയ മുട്ട തൊട്ടണ നിമിഷത്തിൽത്തന്നെ നിൽക്കും. പച്ചമുട്ടയാവട്ടെ, വിരലെടുത്തു മാറി



ചിത്രം 39. മുട്ട തിരിയുന്നതെങ്ങിനെ



ചിത്രം 40. മുട്ട പുഴുങ്ങിയതും പുഴുങ്ങാത്തതും തിരിച്ചറിയാനുള്ള മാർഗ്ഗം.

ക്ഷയിഞ്ഞും കറേ സമയത്തേക്കു വീണ്ടും തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കും. ഇതിനും ജഡത്വബലമാണു കാരണം. ഖരമായ പുറംതോടു നിശ്ചലമായതിനുശേഷവും അതിനുള്ളിലെ ദ്രവാംശം ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. പുഴുങ്ങിയ മുട്ടയിൽ അകത്തുള്ളതും പുറംതോടും ഒരേ സമയം നിശ്ചലമാകും.

ഇതുതന്നെ മറ്റൊരു വിധത്തിൽ പരീക്ഷിച്ചുനോക്കാം. പച്ചമുട്ടയുടേയും പുഴുങ്ങിയ മുട്ടയുടേയും ചുറ്റിനും നെടുനീളത്തിലായി റബ്ബർനാടകം ഇട്ട് അവയെ ഒരേ തരത്തിൽ

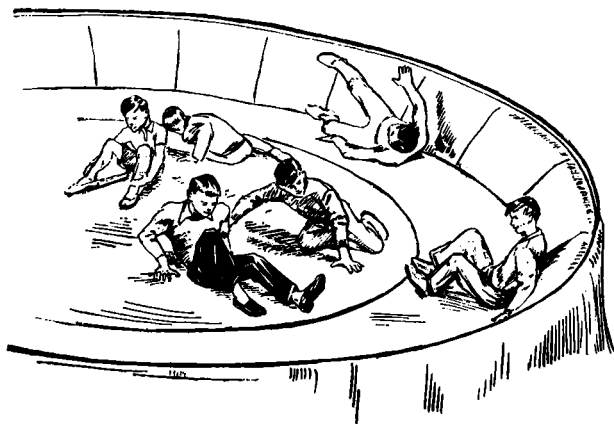
ലുള്ള രണ്ടു ചരടുകളിൽ കെട്ടിത്തൂക്കുക (ചിത്രം 40). ആദ്യത്തെ ചരട് തിരിക്കുന്നത്രതന്നെ തവണ രണ്ടാമത്തെ ചരട് തിരിച്ചിട്ട് രണ്ടു ചരടുകളും വിടുക. മുട്ടകൾ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം തൽക്ഷണം വെളിപ്പെടും. ജഡത്വബലം മൂലം പുഴുങ്ങിയ മുട്ട പ്രാരംഭസ്ഥാനവും കടന്ന് കറേത്തവണ എതിർദിശയിൽ ചുറ്റുന്നു. വീണ്ടും തിരിച്ചുചുറ്റുന്നു. തിരിയലുകളുടെ എണ്ണം ക്രമേണ കുറഞ്ഞ് മുട്ട നിശ്ചലമാകുന്നു. പച്ചമുട്ടയാകട്ടെ, പ്രാരംഭസ്ഥാനം വിട്ട് ഒന്നോ രണ്ടോ ചുറ്റുചുറ്റി നിൽക്കുന്നു. അതിന്റെ ചലനത്തെ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്ന ദ്രവാംശമാണ് ഇതിനു കാരണമെന്നു നമുക്കറിയാമല്ലോ.

കറക്കതൊട്ടിൽ

ഒരു കട നിവർത്തി നിലത്തു് മലർത്തി കത്തിനിർത്തിയിട്ടു് പിടി ചൂഴറുക. വലിയ വിഷമംകൂടാതെതന്നെ നിങ്ങൾക്കതു് വേഗം കറക്കാൻ കഴിയും. കറങ്ങുന്ന കടയ്ക്കുള്ളിലേക്കു് ഒരു ചെറിയ പന്തോ കടലാസുചുരുളോ എറിയുക. അതു് അധികസമയം കടയിൽ തങ്ങിനിൽക്കുകയില്ല. പുറത്തേക്കു തെറിച്ചുപോകും. 'അപകേന്ദ്രബല'മെന്നു തെറ്റായി വിളിക്കപ്പെടുന്ന ഒന്നാണു് ഇതിനു കാരണം. യഥാർത്ഥത്തിൽ അതു് ജഡത്വബലത്തിന്റെ ഒരു ബഹിർപ്രകടനമല്ലാതൊന്നുമല്ല. പന്തോ കടലാസുചുരുളോ തെറിച്ചുപോകുന്നത് വ്യാസാർദ്ധത്തിന്റെ ദിശയിലേക്കല്ല, ചാക്രികചലനത്തിന്റെ സ്പർശരേഖയിലൂടെയാണു്.

ഈ പൂർണ്ണനതത്വത്തെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയതാണ് ചില പാർശ്വകളിൽ കണ്ടെത്താവുന്ന കറക്കതൊട്ടിൽ (ചിത്രം 41). നിങ്ങൾക്ക് അതിൽ കയറി ജഡത്വനിയമം സ്വയം പരീക്ഷിച്ചുനോക്കാവുന്നതാണ്. കറക്കതൊട്ടിലിന്റെ വട്ടത്തിലുള്ള തട്ടിൽ ആളുകൾക്കു നിൽക്കുകയോ ഇരിക്കുകയോ കിടക്കുകയോ ചെയ്യാം. മറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഒരു മോട്ടോർ തട്ടിനെ കറക്കുന്നു. കറക്കത്തിന്റെ വേഗത കൂടിക്കൂടി തട്ടിലുള്ള സകലരും ജഡത്വബലത്താൽ അതിന്റെ വക്കിലേക്കു നീങ്ങിപ്പോകുന്നു. ആദ്യമാദ്യം ഇതു് അത്ര പ്രകടമല്ല. എന്നാൽ കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു് അകലുന്തോറും വേഗതയും തൽഫലമായി ജഡത്വബലവും വർദ്ധിക്കുന്നു. പിടിച്ചനിൽക്കാൻ എത്ര ശ്രമിച്ചാലും ഫലമില്ല. നിങ്ങൾ തട്ടിൽനിന്നു തെറിച്ച്പോകുന്നു.

യഥാർത്ഥത്തിൽ ഭൂമിതന്നെ വലിയൊരു കറക്കതൊട്ടിലാണ്. അതു നമ്മെ ദൂരെയെറിയുന്നില്ലെങ്കിലും നമ്മുടെ ഭാരം കുറയ്ക്കുന്നുണ്ടു്. പൂർണ്ണവേഗത ഏറ്റവും കൂടുതലുള്ള ഭൂമധ്യരേഖയിൽ നമുക്കു് നമ്മുടെ ഭാരത്തിന്റെ മുന്തിരിലൊരംശം ഈ വിധത്തിൽ "കളയാൻ" കഴിയും. അതും ഭൂമിയുടെ സമീർദ്ദനമെന്ന മറ്റൊരു ഘടകവും കൂടി ഭൂമധ്യരേഖയിലുള്ള നമ്മുടെ ഭാരത്തിന്റെ ഉദ്ദേശം 0.5% അഥവാ ഇരുന്നൂറിലൊരംശം കുറയ്ക്കുന്നു. പ്രായപൂർത്തിയായ ഒരാൾക്കു് ഭൂമധ്യരേഖയിലുള്ള തൂക്കം പൂർവ്വങ്ങളിലുള്ളതിനേക്കാൾ 300 ഗ്രാം കുറവായിരിക്കും.



ചിത്രം 41. "കറക്കതൊട്ടിൽ". അപകേന്ദ്രബലങ്ങൾ ബാലന്മാരെ തെറിപ്പിക്കുന്നു

42-ാം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള അതേ വലിപ്പത്തിൽ വെളുത്ത കാർഡ് ബോർഡും അററം കൂർപ്പിച്ച തീപ്പെട്ടിക്കോലുംകൊണ്ടു് ഒരു പമ്പരമുണ്ടാക്കുക. അതു കറക്കാൻ വിശേഷിച്ചു പാടവമൊന്നും വേണ്ട. ഏതൊരു കൊച്ചുകുട്ടിക്കും കഴിയും. പക്ഷെ കുട്ടികളുടെ കളിപ്പാട്ടമാണെങ്കിലും അതിൽനിന്നു പലതും പഠിക്കാറുണ്ടു്. ഏതാനും മഷിത്തുള്ളികൾ കടഞ്ഞിട്ടു് അവ ഉണങ്ങുന്നതിനുമുമ്പു് പമ്പരം കറക്കുക. കറക്കുന്നിടക്കുമ്പോൾ മഷിത്തുള്ളികൾക്കു് എന്തു സംഭവിച്ചെന്നു നോക്കുക. അവ പിരിപിരിയായി പടർന്നിരിക്കും. ചെറിയൊരു ചുഴലിക്കാറ്റു പോലെ.

ഈ സാദൃശ്യം യാദൃച്ഛികമല്ല. പമ്പരത്തിലെ പിരികൾ മഷിത്തുള്ളികളുടെ ചലനത്തെയാണു കറിക്കുന്നതു്. മനുഷ്യർക്കു കറക്കതൊട്ടിലിലുണ്ടാകുന്ന അതേ അനുഭവമാണു് ഈ തുള്ളികൾക്കു് പമ്പരത്തിലുണ്ടാകുന്നതു്. അപകേന്ദ്രബലത്താൽ കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു തെറിച്ചുപോ



ചിത്രം. 42. കടലാസുപമ്പരത്തിലെ മഷിപ്പാടുകൾ

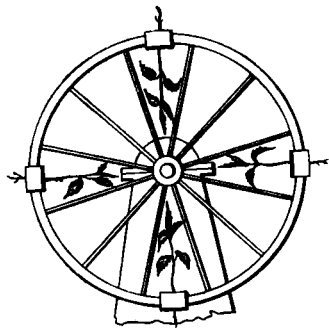
കുന്ന മഷിത്തുള്ളി പമ്പരത്തട്ടിൽ ഒരിടത്തു് എത്തിച്ചേരുന്നു. മഷിത്തുള്ളിയുടേതിനേക്കാൾ വർദ്ധിച്ച വേഗത്തിൽ ചുറ്റിത്തിരിയുന്ന ഒരു സ്ഥാനമായിരിക്കും അതു്. തട്ടു് തുള്ളിയേക്കാൾ വേഗം കറങ്ങുന്നു. തുള്ളി വ്യാസാർദ്ധത്തിന്റെ പിന്നിലാവുന്നു. അതുകൊണ്ടാണു് മഷിത്തുള്ളികൾ വളഞ്ഞു നീളുന്നതും വക്രഗതി രചിക്കുന്നതും.

അന്തരീക്ഷമർദ്ദം കൂടുതലുള്ള കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു നിർഗ്ഗമിക്കുന്ന വായുപ്രവാഹങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചും ('പ്രതിചക്രവാതങ്ങൾ') അന്തരീക്ഷമർദ്ദം കുറവുള്ള കേന്ദ്രത്തിൽ സന്നിപതിക്കുന്ന വായുപ്രവാഹങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചും ('ചക്രവാതങ്ങൾ') വാസ്തവമാണിതു്. പിരിപിരിപ്പായി പടർന്ന മഷിത്തുള്ളികൾ ഈ ചുഴലിക്കാറ്റുകളുടെ ഒരു ഹ്രസ്വരൂപം നൽകുന്നു.

തെറിദ്ധരിച്ച ചെടി

അതിവേഗത്തിലുള്ള തിരിയൽ ഉളവാക്കുന്ന അപകേന്ദ്രബലം ഗുരുതരബലത്തേപ്പോലും മറികടന്നെന്നു വരാം. ബ്രിട്ടീഷ് സസ്യശാസ്ത്രജ്ഞനായ നൈറ്റ് നൂറില

ധികം വർഷങ്ങൾക്കു മുമ്പു തെളിയിച്ചിട്ടുള്ളതാണിതു്. ചെടി ചെടിയുടെ തണ്ടു് എപ്പോഴും വളരുന്നതു് ഗുരുതരബലത്തിനു വിപരീതമായി വളരും. ലളിതമായിപ്പറഞ്ഞാൽ, മേലോട്ടാണ്. എന്നാൽ നൈറ്റ് വിത്തുകളെ അതിവേഗം കറങ്ങുന്ന ചക്രത്തിന്റെ വക്കിൽനിന്നും ഉ



ള്ളിലേക്കു മുളപ്പിച്ചു. വേരു വളർന്നതു് വെളിയിലേക്കും (ചിത്രം 43). ഗുരുതരബലത്തിന്റെ സ്ഥാനത്തു് അപ

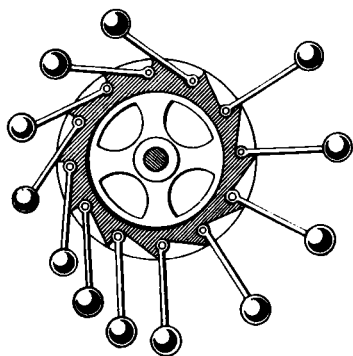
കേന്ദ്രബലം ഏർപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടു് അദ്ദേഹത്തിനു് ചെടികളെ പരീക്ഷാൻ കഴിഞ്ഞെന്നു വേണമെങ്കിൽ പറയാം. കൃത്രിമമായ ഗുരുതരബലം ഭൂമിയുടെ സ്വാഭാവികമായ ആകർഷണശക്തിയേക്കാൾ സുശക്തമാണെന്നു തെളിഞ്ഞു. ഗുരുതരബലത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ആധുനികസിദ്ധാന്തം ഈ വിശദീകരണത്തിനെതിരായ വാദങ്ങളൊന്നുംതന്നെ ഉന്നയിക്കുന്നില്ലെന്നുകൂടി കൂട്ടത്തിൽ പറഞ്ഞുകൊള്ളട്ടെ.

ചിത്രം 43. തിരിയുന്ന ചക്രത്തിന്റെ വക്കത്തു് വിത്തുകൾ മുളയ്ക്കുമ്പോൾ അവയുടെ തണ്ടു് അച്ചുതണ്ടിന്റെ നേർക്കും വേരു് പുറത്തേക്കും വളരുന്നു

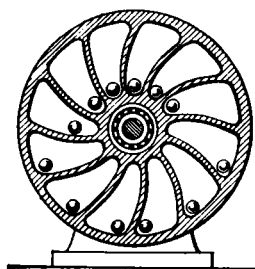
“നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രങ്ങൾ”

“നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രങ്ങളെ”ക്കുറിച്ചും “നിലയ്ക്കാത്ത ചലന”ത്തെ കുറിച്ചും പലപ്പോഴും പറയാറുണ്ടെങ്കിലും അതിന്റെ അർത്ഥം യഥാർത്ഥത്തിലേന്താണെന്ന് എല്ലാവരും മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ടെന്നു തോന്നുന്നില്ല. അവസാനമില്ലാതെ ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതും അതിനിടയിൽ ഭാരമുയർന്നു തുടങ്ങിയ പ്രയോജനപ്രദമായ പ്രവൃത്തികൾ ചെയ്യുന്നതുമായ ഒരു സങ്കല്പസംവിധാനമാണ് “നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രം.” പ്രാചീനകാലംതൊട്ടേ ശ്രമങ്ങൾ നടക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും ഇന്നേവരെ അങ്ങിനെയൊരണ്ണം നിർമ്മിച്ചിട്ടില്ല. ആ ഉദ്യമത്തിന്റെ വ്യർത്ഥത “നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രം” അസാധ്യമാണെന്ന ദൃഢവിശ്വാസത്തിനും ആധുനികശാസ്ത്രത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനപ്രമാണങ്ങളിലൊന്നായ ഊർജ്ജസംരക്ഷണനിയമത്തിനും വഴിതെളിച്ചു. യാതൊരു പ്രവൃത്തിയും ചെയ്യാതുള്ള അന്തമില്ലാത്ത ചലനത്തിനാണ് “നിലയ്ക്കാത്ത ചലന”മെന്നു പറയുന്നത്.

“നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രം”ത്തെസ്സംബന്ധിച്ച ഏറ്റവും പഴക്കമുള്ള പദ്ധതികളിലൊന്നാണ് ചിത്രം 44-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്. ചില



ചിത്രം 44. മധ്യകാലത്തെ ഒരു “നിലയ്ക്കാത്ത” ചക്രം



ചിത്രം 45. അറുക്കളിൽ ഉണ്ടകളുള്ള ഒരു “നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രം”

കിറുക്കന്മാർ ഇപ്പോൾപോലും അതിനെ പുനരുജ്ജീവിപ്പിക്കാൻ ശ്രമിക്കുന്നുണ്ട്. അററത്തു് ഭാരങ്ങളോടുകൂടിയ ദണ്ഡുകൾ ചക്രത്തിന്റെ വക്കത്തു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ചക്രം എങ്ങിനെ നിന്നാലും വലതുവശത്തെ ഭാരങ്ങൾ ഇടതുവശത്തെ ഭാരങ്ങളേക്കാൾ കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു്

അകലെയായിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് വലഞ്ഞ ഭാരങ്ങൾക്ക് എപ്പോഴും സാതുവശത്തുള്ളവയേക്കാൾ തൂക്കമുണ്ടാവേണ്ടതും അതുവഴി അവ ചക്രത്തെ തിരിക്കേണ്ടതുമാണ്. അങ്ങിനെ ചക്രം സദാ തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കണം—ചുരുങ്ങിയത് അതിന്റെ അച്ചുതണ്ട് തേഞ്ഞുപോകുന്നതു വരെയെങ്കിലും. ഇതു കണ്ടുപിടിച്ചയാളിന്റെ ധാരണ ഇതായിരുന്നു. പക്ഷെ നിങ്ങൾ അത്തരമൊരു യന്ത്രം നിർമ്മിക്കാൻ തുനിയരുത്. അതു തിരിയുകയില്ല. എന്തുകൊണ്ടാണെന്നു പറയാം.

വലതുവശത്തെ ഭാരങ്ങൾ എപ്പോഴും കേന്ദ്രത്തിൽനിന്ന് കൂടുതൽ അകന്നായിരിക്കുമെങ്കിലും അവയുടെ എണ്ണം ഇടതുവശത്തുള്ളവയേക്കാൾ കുറവായിരിക്കുന്ന ഒരു സ്ഥിതി ഉണ്ടാകാതെ തരമില്ല. ചിത്രം 44 നന്നുകൂടി നോക്കൂ. വലതുവശത്തു നാലു ഭാരങ്ങളേയുള്ളൂ. ഇടതുവശത്ത് എട്ടും. സംവിധാനമാകെ സതുലനം പാലിച്ചിരിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ട് ചക്രം ഒരിക്കലും തിരിയുകയില്ല. അല്ലെങ്കിൽ ആടിയശേഷം അത് ആ നിലയിൽ വന്നു നിൽക്കും. (ആഘൂർണ്ണപ്രമേയമെന്നറിയപ്പെടുന്ന ഒരു പ്രമേയത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ ഈ യന്ത്രത്തിന്റെ ചലനം വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയും.)

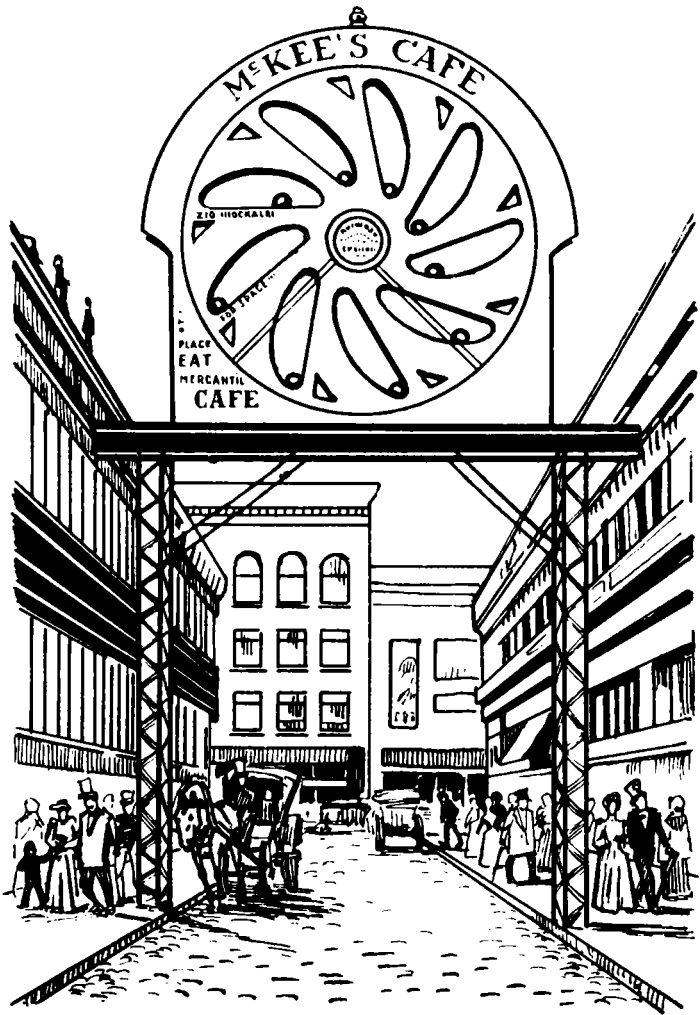
ഏതെങ്കിലും ഉപയോഗത്തിനുവേണ്ടി ‘‘നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രം’’ നിർമ്മിക്കാൻ സാധ്യമല്ലെന്നു നിസ്സംശയമാംവണ്ണം തെളിഞ്ഞുകഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. അതിനുവേണ്ടി ശ്രമിക്കുന്നത് വ്യർത്ഥമാണ്. പണ്ട്, വിശേഷിച്ചും മദ്ധ്യകാലത്തു്, ആളുകൾ ഈ പ്രശ്നം പരിഹരിക്കാൻ തലപുകഞ്ഞാലോചിച്ചു. വിലകുറഞ്ഞ ലോഹങ്ങളിൽനിന്നു സ്വർണ്ണമെടുക്കാനുള്ള കമ്പത്തേക്കാൾ വലുതായിരുന്നു ഇതു്.

റഷ്യൻമഹാകവി പുഷ്കിൻ ‘‘ധീരോദാത്തസംഭവങ്ങൾ’’ എന്ന കൃതിയിൽ ഇതുപോലുള്ളൊരു സ്വപ്നജീവിയെ വർണ്ണിക്കുന്നുണ്ട്. ബെർത്തോൽഡ് എന്നാണ് അയാളുടെ പേർ.

‘‘Perpetuum mobile എന്നുവെച്ചാൽ എന്താണ്?’’ മാർത്തിൻ ചോദിച്ചു.

‘‘Perpetuum mobile എന്നു വെച്ചാൽ നിലയ്ക്കാത്ത ചലനമെന്നർത്ഥം,’’ ബെർത്തോൽഡ് പറഞ്ഞു. ‘‘എനിക്കു നിലയ്ക്കാത്ത ചലനത്തെക്കണ്ടെത്താൻ കഴിഞ്ഞാൽ മനുഷ്യന്റെ സർഗ്ഗാത്മകതയ്ക്കു ഞാൻ അതിരുകാണുന്നില്ല. എന്റെ പ്രിയപ്പെട്ട മാർത്തിൻ, സ്വർണ്ണത്തിന്റെ നിർമ്മാണം പ്രലോഭനീയമാണ്, ഒരുപക്ഷെ കൗതുകകരവും ആദായകരവുമായ ഒരു കണ്ടുപിടുത്തവുമായിരിക്കും. പക്ഷെ perpetuum mobile കണ്ടെത്തിയാലുണ്ടല്ലോ.... ഹാ!...’’

‘‘നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രങ്ങൾ’’ നൂറുകണക്കിനു കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു. പക്ഷെ അവയിലൊന്നുപോലും ചലിച്ചില്ല. ഓരോ കണ്ടുപിടുത്തക്കാരും



പി. 46. ലോസ് ആഞ്ചലസ്സിൽ ഒരു കഫേയുടെ പര
 സ്യത്തിന്റെ രൂപത്തിൽ വന്ന വ്യാജമായ "നിലയ്ക്കാത്ത
 യന്ത്രം"

നം തന്റെ പദ്ധതിയെ പാടേ പൊളിക്കുന്ന എന്തോ ഒന്ന് വിട്ടു പോയി.

മറ്റൊരു ‘‘നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്ര’’മാണ് ചിത്രം 45-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്. ചക്രത്തിന്റെ വക്കിനും നാഭിക്കുമിടയ്ക്കുള്ള അറകളിൽ കനത്ത ഉണ്ടകൾ ഉരുണ്ടുനടക്കുന്നു. ഒരു വശത്തുള്ള വക്കിനോടു ചേർന്ന ഉണ്ടകളുടെ ഭാരംകൊണ്ട് ചക്രം തിരിയുമെന്നതാണ് അതിന്റെ പിന്നിലുള്ള ആശയം.

എന്നാൽ അത് ഒരിക്കലും സംഭവിക്കുകയില്ല. ചിത്രം 44-ലെ ചക്രം കുറഞ്ഞാത്ത അതേ കാരണംതന്നെ. എന്നിട്ടും ഒരു കഫേയുടെ പരസ്യത്തിനായി ഇത്തരത്തിലുള്ള ഒരു കൂററൻ ചക്രം ലോസ് ആഞ്ചലസിൽ നിർമ്മിക്കുകയുണ്ടായി (ചിത്രം 46). യഥാർത്ഥത്തിൽ അതു വെറും തട്ടിപ്പായിരുന്നു. ഉള്ളിൽ സൂത്രത്തിലൊളിച്ചുവെച്ചിരുന്ന ഒരു യന്ത്രമാണ് ചക്രം തിരിച്ചത്. പക്ഷെ അറകളിൽ കിടന്നുരുളുന്ന കനത്ത ഉണ്ടകളാണ് ചക്രം തിരിക്കുന്നതെന്നു കാണികൾ വിശ്വസിച്ചു. വിദ്യുച്ഛക്തികൊണ്ടു പ്രവർത്തിക്കുന്ന, കപടമായ ഇത്തരം ‘‘നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രങ്ങൾ’’ പൊതുജനശ്രദ്ധയാകർഷിക്കാൻവേണ്ടി വാച്ച് റിപ്പേയർഷാപ്പുകളുടെ ജാലകങ്ങളിൽ സ്ഥാപിച്ചിരുന്നു.

ഇത്തരത്തിലുള്ള ഒരു പരസ്യത്തിൽ എന്റെ വിദ്യാർത്ഥികൾ ഭ്രമിച്ചുവശായ ഒരു സംഭവം ഞാനോർക്കുന്നു. നിലയ്ക്കാത്ത ചലനമെന്നാണ് സാധ്യമല്ലെന്നു ഞാൻ പറഞ്ഞിട്ടും അവർക്കു വിശ്വാസമായില്ല. കണ്ണുകൊണ്ടു കണ്ടാൽ ആരാണ് വിശ്വസിക്കാത്തത്? ഉണ്ടകൾ ഉരുണ്ട് ചക്രം തിരിക്കുന്നതു കണ്ടപ്പോൾ വിദ്യാർത്ഥികൾക്ക് അത് എന്റെ വാദത്തേക്കാൾ കൂടുതൽ ബോധ്യമായി. നഗരത്തിലെ വിദ്യുച്ഛക്തികൊണ്ടാണ് ആ ‘‘അതുഭൂത’’യന്ത്രം തിരിയുന്നതെന്നു ഞാൻ പറഞ്ഞതുകൊണ്ടും പ്രയോജനമൊന്നുമുണ്ടായില്ല. ഞായറാഴ്ചദിവസങ്ങളിൽ വിദ്യുച്ഛക്തി നിർത്തിവയ്ക്കുന്ന കാര്യം ഞാൻ അപ്പോൾ ഓർത്തു. ഞായറാഴ്ച കടയിൽ പോയി നോക്കാൻ ഞാൻ എന്റെ വിദ്യാർത്ഥികളോടു നിർദ്ദേശിച്ചു.

‘‘നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രം തിരിയുന്നത് നിങ്ങൾ കണ്ടോ?’’ ഞാൻ പിന്നീട് അവരോടു ചോദിച്ചു.

‘‘ഇല്ല,’’ അവർ തല കുനിച്ചുകൊണ്ട് പറഞ്ഞു. ‘‘അത് ഒരു ചക്രംകൊണ്ടു മൂടിവെച്ചിരുന്നു.’’

ഊർജ്ജസംരക്ഷണനിയമത്തിൽ അവർക്കു വീണ്ടും വിശ്വാസമായി. അവർ ആ വിശ്വാസം പിന്നീടൊരിക്കലും വെടിഞ്ഞിട്ടില്ല.

“എവിടെയോ ഒരു തടസ്സമുണ്ട്”

തനിയെ പഠിച്ചു മിടുക്കനായ പല റഷ്യൻ കണ്ടുപിടുത്തക്കാരും “നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്ര”മെന്ന അതുളുത്തത്തിൽ ആകൃഷ്ടരായിട്ടുണ്ട്. അവരിലൊരാളായിരുന്നു അലക്സാണ്ടർ ഷ്ചെഗ്ലോവ് എന്ന സൈബീരിയൻ കർഷകൻ. അയാളെ പട്ടണക്കാരനായ പ്രെസേൻതൊവ് എന്ന പേരിൽ 19-ാം നൂറ്റാണ്ടിലെ പ്രശസ്തറഷ്യൻ ഹാസസാഹിത്യകാരൻ സൽത്തിക്കോവ്—ഷ്ചെഗ്ലിൻ “ആധുനികഗ്രാമകാവ്യം” എന്ന കൃതിയിൽ വർണ്ണിക്കുന്നുണ്ട്. അയാളുടെ പണിശാലയിലേക്കു നടത്തിയ സന്ദർശനത്തെ ഗ്രന്ഥകാരൻ ഇങ്ങനെ വിവരിക്കുന്നു:

“മുപ്പത്തഞ്ചു വയസ്സോളം പ്രായംവരുന്ന, ശോഷിച്ചുവളിരിയ ഒരു മനുഷ്യനായിരുന്നു പ്രെസേൻതൊവ്. ചിന്താനിരതമായ വലിയ കണ്ണുകൾ. ചുരുളിച്ചയില്ലാത്ത മുടി ഇഴയിഴയായി കഴുത്തറംവരെ നീണ്ടു കിടന്നിരുന്നു. സാമാന്യം വലിപ്പമുള്ള അയാളുടെ വീടിന്റെ പകുതി ഭാഗവും ഒരു കൂറൻ ചക്രം കൈവശപ്പെടുത്തിയിരുന്നു. ഞങ്ങൾ ഞെങ്ങിഞ്ഞെങ്ങിയാണ് അകത്തു കടന്നത്. അഴികളുള്ള ആ ചക്രത്തിന്റെ വക്കു് പലകൾ ചേർത്തടിച്ച് പെട്ടിപോലെ ഇരുന്നിരുന്നു. അകം കാലിയാണ്. കണ്ടുപിടുത്തക്കാരന്റെ സൂത്രമിരിക്കുന്നത് അവിടാണ്. വിശേഷിച്ചൊരു വൈഭവമൊന്നും അതിലടങ്ങിയിരുന്നില്ല. വക്കത്തെ പലകപ്പെട്ടികളിൽ മണൽച്ചാക്കുകളിട്ടിട്ടുണ്ട്. അഴികൾക്കിടയിൽ ഒരു കമ്പിട്ട് ചക്രത്തെ നിർത്തിവച്ചിരിക്കുന്നു.

“ ‘നിലയ്ക്കാത്ത ചലനമെന്ന നിയമം നിങ്ങൾ പ്രായോഗികപഥത്തിൽ കൊണ്ടുവരുന്നെങ്കിലും കേട്ടു. ശരിയാണോ?’ ഞാൻ ചോദിച്ചു.

“ ‘അതെങ്ങിനെ പറയണമെന്ന് എനിക്കു നിശ്ചയമില്ല,’ അയാൾ സങ്കോചത്തോടെ പറഞ്ഞു. ‘എനിക്കതു സാധിച്ചുവെന്നാണ് എന്റെ വിശ്വാസം.’

“ ‘ഞങ്ങളൊന്നു കണ്ടോട്ടെ?’

“ ‘തീർച്ചയായും. എനിക്കതിൽ സന്തോഷമേയുള്ളു.’

“അയാൾ ഞങ്ങളെ ചക്രത്തിന്റെ അടുത്തേക്കു കൂട്ടിക്കൊണ്ടുപോയി. അതുകഴിഞ്ഞു് മറുവശത്തേക്കു് ആനയിച്ചു. രണ്ടു വശത്തുനിന്നു നോക്കിയാലും ചക്രംതന്നെ.

“ ‘ഇതു തിരിയുമോ?’

“ ‘തിരിയേണ്ടതാണ്. പക്ഷെ അതിനു തോന്നണം..’

“ ‘കമ്പെടുത്തു മാറ്റാമോ?’

“പ്രെസേൻതൊവ് കമ്പെടുത്തു മാറ്റി. പക്ഷെ ചക്രം അനങ്ങിയില്ല.

“ ‘അതു വീണ്ടും തോന്നുവാസം കാട്ടുകയാണ്,’ അയാൾ പറഞ്ഞു ‘അതിന് ഒരു ആയം കൊടുക്കണം..’

“അയാൾ രണ്ടു കൈകൊണ്ടും ചക്രത്തിന്റെ വക്കിൽപ്പിടിച്ച് അങ്ങോട്ടുമിങ്ങോട്ടും കറേ പ്രാവശ്യം ആട്ടിയിട്ട് മുഴുവൻ ശക്തിയുമെടുത്ത് ഒരൊറ്റ തള്ള കൊടുത്തു. ചക്രം തിരിഞ്ഞുതുടങ്ങി. അത് കറേ പ്രാവശ്യം സാമാന്യം വേഗത്തിലും അനായാസമായും കറങ്ങി. വക്കത്തെ ചാക്കുകൾ പലകകളിൽ ചെന്നിടിച്ച് തെന്നിമാറുന്ന ശബ്ദം കേൾക്കാം. ക്രമേണ ചക്രത്തിന്റെ തിരിയൽ കൂടുതൽകൂടുതൽ സാവധാനമായി. അതിന്റെ ഞരക്കവും കിറുകിറുപ്പും കേട്ടു. അവസാനം ചക്രം നിശ്ശേഷം നിശ്ചലമായി.

“ ‘എവിടെയോ ഒരു തടസ്സമുണ്ട്,’ മൂച്ചു പിടിച്ച് വീണ്ടും ചക്രം തിരിച്ചുകൊണ്ട് കണ്ടുപിടുത്തക്കാരൻ പരുങ്ങലോടെ പറഞ്ഞു. പക്ഷെ ഫലം തമിമവ.

“ ‘നിങ്ങൾ ഘർഷണത്തിന്റെ കാര്യം മറന്നോ?’

“ ‘ഇല്ലില്ല..... എന്ത്?’ ഘർഷണമോ? അതുകൊണ്ടല്ല. ഘർഷണത്തിൽ കാര്യമില്ല. ഈ ചക്രം അങ്ങിനെയാണ്. ചിലപ്പോൾ അത് നമുക്ക് സന്തോഷമരുളുന്നു. പെട്ടെന്ന് തോന്നുവാസം കാട്ടാൻ തുടങ്ങും. വാശി പിടിക്കും. അതോടെ തീർന്നു! അതുമിത്രം തല്ലിക്കൂട്ടിയുണ്ടാക്കുന്നതിനു പകരം നല്ല ഉരുപ്പടികൊണ്ടാണ് ഈ ചക്രം ഉണ്ടാക്കിയിരുന്നതെങ്കിൽ....’ ”

വാസ്തവം പറഞ്ഞാൽ, “എവിടെയോ തടസ്സമുണ്ടെ”ന്നതോ “നല്ല ഉരുപ്പടി” ഇല്ലാതെപോയതോ അല്ല കഴപ്പം; അടിയിൽക്കിടക്കുന്ന തത്വം തെറ്റായിപ്പോയി എന്നതാണ്. കണ്ടുപിടുത്തക്കാരൻ കൊടുത്ത “ആയം”കൊണ്ട് ചക്രം കറേ തിരിഞ്ഞു. പുറത്തുനിന്നു നൽകിയ ഘർഷണം ഘർഷണം മൂലം തീർന്നുപോയപ്പോൾ ചക്രം നിൽക്കാതെ തെറിപ്പോയിരുന്നു.

“ഉണ്ടകളാണ് തിരിക്കുന്നത്”

“‘നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രം’” കണ്ടുപിടിച്ച മറ്റൊരു റഷ്യാക്കാരനെപ്പോലി സാഹിത്യകാരനായ കരോനിൻ “Perpetuum mobile” എന്ന പേരിൽ പ്രതിപാദിക്കുന്നുണ്ട്. 1884-ൽ അന്തരിച്ച ലവ്രേന്തിയ് റെൽഗിരെവ് എന്ന കർഷകനാണ് കഥാപുരുഷൻ. കരോനിൻ കഥൻ കഥയിൽ അയാളുടെ പേർ പീഫ്ത്തിൻ എന്നാക്കി മാറ്റിയിട്ടുണ്ട്. അയാളുടെ യന്ത്രത്തിന്റെ വിശദമായൊരു വർണ്ണന കഥയിൽ നൽകിയിരിക്കുന്നു.

“വലിപ്പം കൂടിയ, വിചിത്രാകൃതിയിലുള്ള ഒരു യന്ത്രം ഞങ്ങളുടെ മുഖിൽ നിന്നിരുന്നു. കതിരുകളെ ലാടമടിക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന ഏർപ്പാടുപോലെ എന്തോ ഒന്നാണെന്നാണ് ഓരോ നോട്ടത്തിൽ തോന്നിയത്. ചികിമിനുക്കാത്ത കറേ മരത്തുണുകളും തുലാത്തുണുകളും ഷെറ്റുവീലുകളുടേയും ഗിയർവീലുകളുടേയും ഒരു സമ്പൂർണ്ണസംവിധാനവും ഞങ്ങൾ കണ്ടു. ആകപ്പാടെ വിരൂപവും ബീഭത്സവുമായ ഒരു കാഴ്ച. യന്ത്രത്തിന്റെ കീഴെയായി നിലത്തു് ഏതാനും ഇരുമ്പുണ്ടകൾ കിടന്നിരുന്നു. അവയുടെ ഒരു കുന്നത്തന്നെ വശത്തു മാറിക്കിടപ്പുണ്ടു്.

“ ‘ഇതാണോ സാധനം?’ കാര്യസ്ഥൻ ചോദിച്ചു.

“ ‘അതെ.’

“ ‘ഇതു് തിരിയുമോ?’

“ ‘പിന്നെ തിരിയാതെ?’

“ ‘തിരിക്കാൻ കതിരയുണ്ടോ?’

“ ‘കതിരയെന്തിനു്? തനിയെ തിരിയും,’ എന്നു പറഞ്ഞുകൊണ്ടു് പീഫ്തിൻ ആ രാക്ഷസസ്വത്വത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം കാട്ടിത്തരാൻ തുടങ്ങി.

“അടുത്തു് കൂട്ടിയിട്ടിരുന്ന ഇരുമ്പുണ്ടകളാണു് പ്രധാനപങ്കു വഹിച്ചിരുന്നതു്.

“ ‘ഉണ്ടകളാണു് തിരിക്കുന്നതു്’..... ഇതാ നോക്കൂ: ആദ്യം അതു് ഈ തൊട്ടിയിൽ വന്നു വീഴും. അവിടുന്ന് ആ ചാലിലൂടെ മിന്നൽവേഗത്തിൽ മറ്റേ തൊട്ടിയിലേക്കു പായുന്നു. അവിടുന്ന് ഭ്രാന്തെടുത്തതു പോലെ വീണ്ടും ചക്രത്തിൽ വന്നു വീണു് ഒരൊറ്റ തള്ളു്. തള്ളിന്റെ ശക്തികൊണ്ടു് ചക്രം ഞരങ്ങുകപോലും ചെയ്യും. അപ്പോഴേക്കും മറ്റൊരു ഉണ്ടു പറന്നു വന്നു് ഇതിൽ വീഴുന്നു. ഇവിടുന്ന് ചാലുവഴി പാഞ്ഞുചെന്ന് ആ തൊട്ടിയിലേക്കു്. അവിടുന്ന് വീണ്ടും ചക്രത്തിലേക്കു്. ഇങ്ങനെയാണു് അതിന്റെ പോക്കു്. ഇതാ ഞാൻ കാണിച്ചു തരാം..’

“‘തിരക്കിട്ടു് അങ്ങോട്ടുമിങ്ങോട്ടും ഓടിനടന്നുകൊണ്ടു് പീഫ്തിൻ നിലത്തു ചിതറിക്കിടക്കുന്ന ഉണ്ടകൾ പെറുക്കിയെടുത്തു. അവയെല്ലാം കാൽച്ചുവടിൽ കൂട്ടിയിട്ടശേഷം അയാൾ ഒരേണ്ണമെടുത്തു് ആവുന്നത്ര ഊക്കോടെ ഏറ്ററവുടുത്തുള്ള ചക്രത്തൊട്ടിയിലേക്കെറിഞ്ഞു. ഉടൻതന്നെ വേഗം രണ്ടാമതൊന്നെടുത്തു. പിന്നെ മൂന്നാമതു്. അവിടത്തെ ശബ്ദം കോലാഹലം ഊഹിക്കാനാവില്ല. ഉണ്ടകൾ ഇരുമ്പുതൊട്ടികളിൽ തട്ടി മുഴങ്ങുന്നു. ചക്രം കിറുകിറുക്കുന്നു. തുണകൾ ഞരങ്ങുന്നു. അരണ്ടു വെളിച്ചം മാത്രമുണ്ടായിരുന്ന ആ സ്ഥലത്താകെ കർണ്ണകരോരമായ ഒച്ചയും ബഹളവും തന്നെ..’

ഗോൽദിരെവിന്റെ യന്ത്രം തിരിഞ്ഞെന്നാണ് കരോനിൻ പറയുന്നത്. പക്ഷെ അതു തീർച്ചയായും യുക്തിക്കു നിരക്കാത്തതാണ്. ഉണ്ടകൾ താഴോട്ടു പൊയ്ക്കാണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ മാത്രമേ ചക്രം തിരിഞ്ഞിരിക്കുകയുള്ളൂ. അതുതന്നെ ഉണ്ടകൾ മേലോട്ടു പൊങ്ങുമ്പോൾ സംഭവിക്കപ്പെടുന്ന പൊട്ടെൻഷ്യൽ ഊർജ്ജത്തിന്റെ ചെലവിൽ. പെൻഡുലം ക്ലോക്കിലെ ഭാരക്കട്ടികളുടെ മട്ടിൽ. എന്നാൽത്തന്നെ ചക്രത്തിന് അധിക സമയം തിരിയാൻ സാധ്യമല്ല. കാരണം, എല്ലാ ഉണ്ടകളും പൊങ്ങിവന്ന് തൊട്ടികളിൽ തട്ടി താഴോട്ടു വീണുകഴിയുമ്പോൾ ചക്രം നിൽക്കും. ചക്രം പൊക്കേണ്ട ഉണ്ടകളുടെ എല്ലാംകൂടിയുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിന്റെ ഫലമായി അതു നേരത്തേതന്നെ നിന്നില്ലെങ്കിൽ എന്നർത്ഥം.

ഗോൽദിരെവ് തന്റെ യന്ത്രം പിന്നീട് യെക്കാത്തറിൻബർഗ്ഗിൽ (ഇന്നത്തെ സെർഭ്ലോവ്സ്ക) നടന്ന ഒരു പ്രദർശനത്തിൽ കാണിക്കുകയുണ്ടായി. യഥാർത്ഥ വ്യാവസായികയന്ത്രങ്ങൾ അവിടെക്കണ്ടതോടെ അയാൾ തന്റെ യന്ത്രത്തിൽ നിരാശനായി. ‘‘നിലയ്ക്കാത്ത’’ യന്ത്രത്തെക്കുറിച്ച് ചോദിച്ചവരോട് അയാൾ നിരുന്മേഷത്തോടെ പറഞ്ഞു: ‘‘അതു പോയിത്തുലയട്ടെ! അതു വെട്ടി വിറകാക്കാൻ പറ!’’

ഉഫീംത്സെവിന്റെ അകൃമുലേറർ

ബാഹ്യനിരീക്ഷണത്തെ മാത്രം ആധാരമാക്കി ‘‘നിലയ്ക്കാത്ത’’ ചലനത്തെക്കുറിച്ച് വിധിപറയുന്നത് എത്രമാത്രം അബദ്ധമായിരിക്കുമെന്നതിന്റെ നല്ലൊരു ദൃഷ്ടാന്തമായിരുന്നു ഉഫീംത്സെവിന്റെ ഗതിക-ഊർജ്ജ അകൃമുലേറർ. കർസ്കിലെ ഒരു കണ്ടുപിടിത്തക്കാരനായ ഉഫീംത്സെവ് വലിയ ചെലവു വരാത്തതും റ്റൈപ്പിൽ മാതൃകയിലുള്ളതുമായ ‘‘ജഡത്വ അകൃമുലേറർ’’റോടുകൂടിയ ഒരു പുതിയതരം വായുചാലിതവൈദ്യുതനിലയം കണ്ടുപിടിച്ചു. 1920-ൽ അയാൾ അതിന്റെ ഒരു മോഡൽ നിർമ്മിക്കുകയും ചെയ്തു. വായു നീക്കംചെയ്ത ഒരു ഉറയ്ക്കുള്ളിൽ ബാൾബെയറിംഗുകളിന്മേൽ ഘടിപ്പിച്ച കത്തനെയുള്ള ഒരു അച്ചുതണ്ടിനു ചുറ്റും തിരിയുന്ന ഒരു ഡിസ്കിന്റെ രൂപത്തിലായിരുന്നു അതു്. വേഗത മിനിറ്റിൽ 20,000 തിരിയലുകളായി വർദ്ധിപ്പിച്ചപ്പോൾ ആ ഡിസ്കിനു് തുടർച്ചയായി 15 ദിവസം തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കാൻ കഴിഞ്ഞു. വേണ്ടത്ര ചിന്തിക്കാത്ത ഒരാൾക്കു തോന്നും, തന്റെ മുമ്പിലുള്ളതു് ശരിക്കുമൊരു ‘‘നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രം’’മാണെന്നു്.

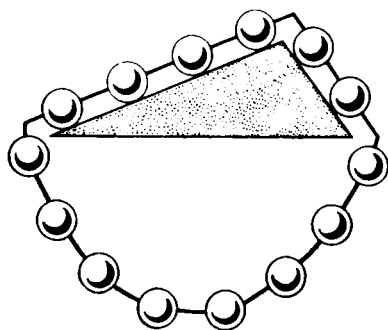
‘‘നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്ര’’ത്തിനു വേണ്ടിയുള്ള വ്യക്തമായ അന്വേഷണം നിരവധിയാളുകളെ നിരാശയിലാഴ്ത്തിയിട്ടുണ്ട്. തനിക്കു് അത്തരത്തിലുള്ള ഒരു യന്ത്രമുണ്ടാക്കാൻ കഴിയുമെന്ന വ്യാമോഹത്താൽ മുഴുവൻ സമ്പാദ്യവും വരമാനവും ചെലവഴിച്ചു് പാപ്പരായ ഒരു ഫാക്ടറിത്തൊഴിലാളിയെ എനിക്കറിയാം. മുഷിഞ്ഞ വേഷവും ഒട്ടിയ വയറുമായി അയാൾ സകലരോടും പണമിരക്കും. ‘‘തിരിയുമെന്നു തീച്ചയുള്ള’’ ‘‘സമ്പൂർണ്ണമോഡൽ’’ ഉണ്ടാക്കാൻവേണ്ടിയാണ്. ഭൗതികത്തിന്റെ ബാലപാഠങ്ങൾ അറിയാൻവയ്യാത്തതുകാരണം ആ മനുഷ്യൻ സഹിച്ച യാതനകൾ ഭയനീയമായിരുന്നു.

‘‘നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്ര’’ത്തിനു വേണ്ടിയുള്ള അന്വേഷണം എല്ലായ്പ്പോഴും അലസിപ്പോയപ്പോൾ, അതു് അസാദ്ധ്യമാണെന്ന ദുഃഖവിശ്വാസം പലപ്പോഴും വിലയേറിയ കണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾക്കു വഴിതെളിച്ചിട്ടുണ്ടെന്നതു് കൗതുകകരമായ ഒരു സത്യമാണ്.

പതിനാറാം നൂറ്റാണ്ടുവസാനത്തിലും പതിനേഴാം നൂറ്റാണ്ടാരംഭത്തിലുമായി ജീവിച്ചിരുന്ന സ്റ്റേവിൻ എന്ന സമർത്ഥനായ ഡച്ചു് ശാസ്ത്രജ്ഞൻ, നതതലത്തിലെ ബലങ്ങളുടെ സത്തുലനത്തെ സംബന്ധിച്ച നിയമം ആവിഷ്കരിക്കാൻ ഉപയോഗിച്ച മാർഗ്ഗം ഇതിനൊരു നല്ല ഉദാഹരണമാണ്. ആ ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞൻ, അദ്ദേഹത്തിനു ലഭിച്ചതിലും എത്രയോ കൂടുതൽ കീർത്തിയാണ് അർഹിക്കുന്നതു്. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ നാം ഇന്ന് നിത്യേന പ്രയോജനപ്പെടുത്തിവരുന്ന പല പ്രധാനപ്പെട്ട കണ്ടുപിടുത്തങ്ങൾക്കും നാം അദ്ദേഹത്തോടു കടപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ശോംശഭിന്നിതങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചതും ബീജഗണിതത്തിൽ ഹാരകങ്ങൾ ഏർപ്പെടുത്തിയതും പാസ്കൽ പിൽക്കാലത്തു വീണ്ടും കണ്ടുപിടിച്ച ദ്രവസ്ഥിതികനിയമം ആദ്യം ആവിഷ്കരിച്ചതും അദ്ദേഹമാണ്.

നതതലത്തിലെ ബലങ്ങളുടെ സത്തുലനത്തെ സംബന്ധിച്ച നിയമം സ്റ്റേവിൻ കണ്ടുപിടിച്ചതു് ബലസമാന്തരചതുർഭുജമെന്ന ചട്ടത്തെ ആധാരമാക്കിക്കൊണ്ടല്ല. ചിത്രം 47-ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള വരപ്പിന്റെ സഹായത്തോടെയാണ് അദ്ദേഹം അതു തെളിയിച്ചതു്. ഒരേപോലിരിക്കുന്ന 14 ഗോലികൾ കോർത്ത ഒരു തുടൽ മൂന്നു വശങ്ങളുള്ള ഒരു പ്രിസത്തിനു ചുറ്റുമിടുന്നു. അതിനെന്തു സംഭവിക്കുന്നു? മാലപോലെ തൂങ്ങിക്കിടക്കുന്ന അടിവശം, നിങ്ങൾക്കു കാണാവുന്നതുപോലെ, സത്തുലനം പാലിക്കുന്നു. മറ്റു രണ്ടു ഭാഗങ്ങൾ പരസ്പരം സത്തുലനം പാലിക്കുന്നുണ്ടോ? അതായതു്, വലതുവശത്തെ രണ്ടു ഗോലികൾ ഇടതുവശത്തെ നാലു ഗോലികളോടു് ഒപ്പമൊപ്പം നിൽക്കുന്നുണ്ടോ? ഉണ്ടു് എന്നാണ്

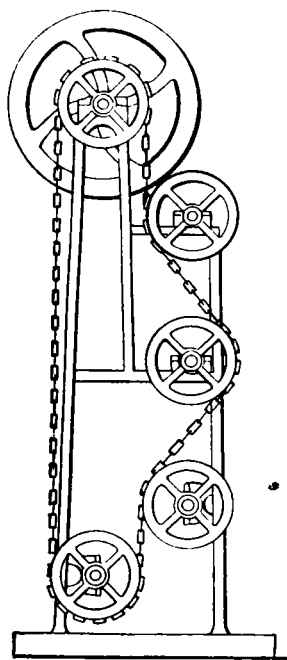
ഉത്തരം. അല്ലായിരുന്നെങ്കിൽ
 നാൽക്കു തനിയെ വലത്തുനിന്ന്
 എത്തേണ്ടത് സദാ തിരിഞ്ഞു
 കൊണ്ടിരുന്നേനെ. എന്തുകൊ
 ണ്ടെന്നാൽ താഴോട്ട് ഊന്നിറങ്ങു
 ന്ന ഗോലികളുടെ സ്ഥാനത്തു്
 എപ്പോഴും വേറെ ഗോലികൾ
 വന്നുകൊണ്ടിരിക്കും. സത്തുലനം
 ഒരിക്കലും പുനസ്ഥാപിക്കപ്പെ
 ടുകയില്ല. എന്നാൽ ഇങ്ങനെ
 ഇടുന്നതുകൊണ്ട് തനിയെ തിരി
 യുകയില്ലെന്നു നമുക്കറിയാം. അതായതു് വലതുവശത്തെ ര
 ണ്ടു ഗോലികൾ ഇടതുവശത്തെ
 നാലു ഗോലികളോടു് സത്തുലിതമായി നിൽക്കുന്നുവെന്നു സാരം.
 അതുതന്നെല്ലേ? രണ്ടു ഗോലികളും നാലു ഗോലികളും തുല്യബലത്തിൽ
 വാലിക്കുന്നു!



ചിത്രം 47. “അതുതന്നെയാണെന്നും,
 അല്ലതന്നെ.”

ഈ അതുതന്നെ പ്രതിഭാസത്തിൽനിന്നാണ് സ്റ്റേവിൻ ഒരു പ്രധാന
 തത്വം ബലതന്ത്രനിയമം അനുമാനിച്ചെടുത്തതു്. അദ്ദേഹം ചിന്തിച്ചതി
 ന്നതുകൊണ്ടാണ്: ഇരുഭാഗങ്ങളുടേയും—നീളം കുറഞ്ഞതിന്റേയും കൂടിയ
 തിന്റേയും—തൂക്കങ്ങൾ വ്യത്യസ്തമാണ്. പ്രിസത്തിന്റെ ഒരു വശ
 ത്തിന്നു മറ്റേ വശത്തേക്കാൾ എത്ര മടങ്ങു നീളമുണ്ടോ അത്രതന്നെ
 ന്നൊട്ടു് ഒരു ഭാഗത്തിന്നു മറ്റേ ഭാഗത്തേക്കാൾ തൂക്കവുമുണ്ടു്. അതിൽനി
 ന്നും ഇങ്ങനെ അനുമാനിക്കാം. തലങ്ങളുടെ ദൈർഘ്യത്തിന്നു നേർ-അ
 വലതായ തൂക്കമുള്ള രണ്ടു പരസ്പരബന്ധിത ഭാരങ്ങൾ നതതലങ്ങ
 ൾൽ സത്തുലനം പാലിക്കുന്നതാണ്.

നീളം കുറഞ്ഞ തലം കത്തനെയാവുമ്പോൾ നമുക്കു് ബലതന്ത്രത്തി
 ന്റെ ഒരു സവിദിഗ്ദ്ധനിയമം ലഭിക്കുന്നു: നതതലത്തിൽ ഒരു വസ്തുവി
 ന്റെ നിർത്തണമെങ്കിൽ, ആ തലത്തിന്റെ ദിശയിൽ ഒരു നിശ്ചിതബ
 ലം പ്രയോഗിക്കേണ്ടതാണ്. തലത്തിന്റെ നീളം അതിന്റെ ഉയരത്തേ
 ന്നൊട്ടു് എത്ര മടങ്ങു കൂടുതലാണോ അത്രതന്നെ മടങ്ങു് വസ്തുവിന്റെ
 ഭാരത്തേക്കാൾ കുറഞ്ഞതായിരിക്കണം ആ ബലം. ഇങ്ങനെയാണ്
 “നിലത്തുനിന്നു തൂക്കം” അസാധ്യമാണെന്ന വിശ്വാസം ബലതന്ത്രത്തി
 ന്റെ രംഗത്തു് പ്രധാനപ്പെട്ട ഒരു കണ്ടുപിടിത്തത്തിന്നു വഴിതെളിച്ചതു്.



ചിത്രം 48. ഈ യന്ത്രം
"നിലയ്ക്കാത്ത"താനോ?

കഴിയുന്നില്ല. അങ്ങിനെ, നാം പ്രതീക്ഷിച്ച "നിലയ്ക്കാത്ത ചലനം" ലഭിക്കുന്നില്ല.

ഇതേവരെ കണ്ടുപിടിച്ചിട്ടുള്ളതിൽ വച്ച് ഏറ്റവും സമർത്ഥമായ "നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രം" 1860-കളിൽ പാരീസ് പ്രദർശനത്തിൽ കാണിച്ചതാണെന്ന് എനിക്ക് തോന്നുന്നു. വലിയൊരു ചക്രം. അതിന്റെ അറകളിൽ ഉണ്ടകൾ ഓടിക്കൊണ്ടുണ്ട്. ചക്രം നിർത്താൻ ആർക്കും സാധ്യമല്ലെന്ന് അത് കണ്ടുപിടിച്ചയാൾ അവകാശപ്പെട്ടു. സന്ദർശകരിൽ പലരും അത് പിടിച്ചു നിൽക്കാൻ നോക്കി. പക്ഷെ കയ്യെടുത്താലുടൻ അത് വീണ്ടും തിരിയും. ചക്രത്തെ നിർത്താനുള്ള ശ്രമംകൊണ്ടുതന്നെയാണ് അത് തിരിയുന്നതെന്ന യാഥാർത്ഥ്യം ആരും മനസ്സിലാക്കിയില്ല. നിർത്താൻ വേണ്ടി ചക്രത്തെ പുറകോട്ടു തള്ളുമ്പോൾ, സൂത്രത്തിൽ മറച്ചു വച്ചിരിക്കുന്ന ഒരു സ്‌പ്രിംഗ് മുറുകുകയും ചക്രം തിരിയുകയും ചെയ്യും.

പീറ്റർ ഒന്നാമന്റെ കാലത്തെ

“നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രം”

റഷ്യൻ സാധാരണ പീറ്റർ ഒന്നാമൻ 1715-നും 1722-നുമിടയ്ക്കു നടത്തിയ കത്തിടപാടുകളുടെ വലിയൊരു ശേഖരം ഗ്രന്ഥരൂപയിൽ സൂക്ഷിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഒർഫിയെസ് എന്നൊരു മനുഷ്യൻ കണ്ടുപിടിച്ച “നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രം” ജർമ്മനിയിൽ നിന്നു വാങ്ങുന്നതിനെക്കുറിച്ചുള്ള ഏഴുതുറുക്കത്താണ്. “സ്വയംചാലിതചക്ര”ത്തിലൂടെ രാജ്യവ്യാപകമായ പ്രശസ്തി നേടിയ അയാൾ വലിയൊരു തുകയ്ക്ക് അതു റഷ്യൻ സാറിനു വിൽക്കാമെന്നു സമ്മതിച്ചു. ദുർലഭമായ കൗതുകവസ്തുക്കൾ ശേഖരിക്കാൻവേണ്ടി പീറ്റർ ഒന്നാമൻ പടിഞ്ഞാറൻ യൂറോപ്പിലേക്കു ചിരന്ന ഗ്രന്ഥശാലാകാര്യദർശി ഷുമാഹെറെയാണ് യന്ത്രം വാങ്ങാനുള്ള കൂടിയായലോചനകൾ നടത്താൻ നിയോഗിച്ചിരുന്നത്. അദ്ദേഹം ഇങ്ങനെ അറിയിച്ചു:

“കണ്ടുപിടുത്തക്കാരൻ അവസാനമായി പറഞ്ഞത് ഇതാണ്: ഒരു ലക്ഷം ടാലർ മേശപ്പുറത്തു വയ്ക്കുക. യന്ത്രം നിങ്ങൾക്കെടുക്കാം.”

യന്ത്രം തട്ടിപ്പല്ലെന്നും “ദുഷ്പ്രഭുധികൾക്കു മാത്രമേ അതിനെ തള്ളിപ്പുറയാൻ കഴിയൂ എന്നും വിശ്വസിക്കാൻ കൊള്ളാത്ത ദുഷ്പ്രഭുധികളെ ഏതൊക്കെ നിറഞ്ഞതാണീ ലോകമെന്നും” ജർമ്മൻകാരൻ പറഞ്ഞതായി ഷുമാഹെർ അറിയിച്ചു.

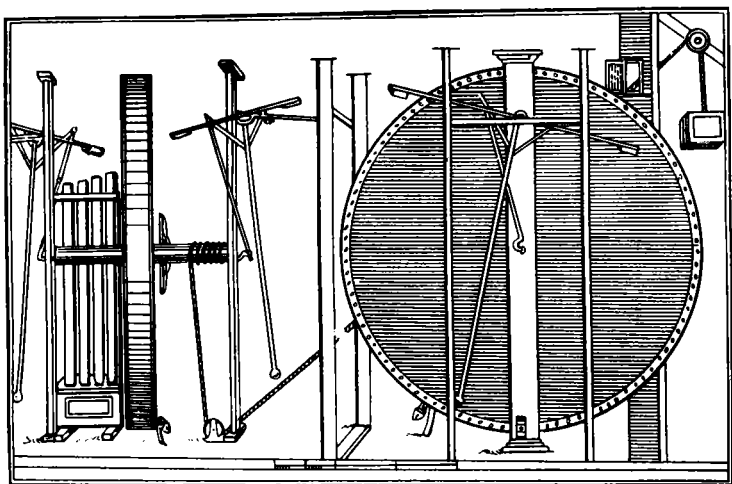
ഇത്രയേറെ ചെപ്പാടുണ്ടാക്കിയ “നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രം” നേരിട്ടു കാണാനായി 1725 ജനുവരിയിൽ പീറ്റർ ഒന്നാമൻ ജർമ്മനിയിലേക്കു പുറപ്പെടാനൊരുങ്ങിയെങ്കിലും തന്റെ ആഗ്രഹനിവൃത്തിക്കു മുമ്പുതന്നെ അദ്ദേഹം മരിച്ചു.

ആരായിരുന്നു ഒർഫിയെസ് എന്ന ഈ നിഗൂഢജീവി? അയാളുടെ ആ “പ്രശസ്തയന്ത്രം” യഥാർത്ഥത്തിൽ എങ്ങിനെയാണിരുന്നിരുന്നത്? ഈ രണ്ടു കാര്യങ്ങളും കുറെയൊക്കെ മനസ്സിലാക്കാൻ എനിക്കു കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്.

ഒർഫിയെസ്സിന്റെ യഥാർത്ഥനാമം ബെഡ്ഡെർ എന്നായിരുന്നു. 1680-ൽ ജർമ്മനിയിൽ ജനിച്ചു. തിയോളജിയും വൈദ്യവും ചിത്രക്കലാരും പഠിച്ചു. അതിനുശേഷമാണ് “നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രം” ഉണ്ടാക്കാനുള്ള പുറപ്പാട്. അങ്ങിനെയൊരു യന്ത്രം നിർമ്മിക്കാൻ ശ്രമിച്ച ആയിരക്കണക്കിനാളുകളിൽ ഒരുപക്ഷെ ഏറ്റവും പ്രശസ്തൻ അയാളായിരുന്നു. ഏറ്റവും ഭാഗ്യവാൻ അയാളായിരുന്നുവെന്നതിൽ സംശയമില്ല. അവസാനകാലംവരെ (1745-ൽ മരിച്ചു) അയാൾ തന്റെ യന്ത്രത്തിന്റെ പ്രദർശനത്തിൽനിന്നുള്ള വരുമാനംകൊണ്ടു സുഖമായി ജീവിച്ചു.

ഒർഫിറിയസ്സിന്റെ യന്ത്രത്തിന്റെ 1714-ലെ ഒരു ദൃശ്യമാണ് ചിത്രം 49-ൽ കാണുന്നത്. ഒരു പഴയ പുസ്തകത്തിൽനിന്നുമെടുത്തതാണ്. അതിൽ കാണുന്ന വലിയ ചക്രം തനിയെ കറങ്ങുമെന്നു മാത്രമല്ല, വലിയൊരു ഭാരം കരയേറെ ഉയരത്തിൽ പൊക്കുകൂടിപെയ്യുമായിരുന്നുവത്രെ.

ആദ്യമായും പലപല മേളകളിലും പ്രദർശിപ്പിച്ച “അതുതയന്ത്ര”ത്തിന്റെ പ്രസിദ്ധി അതിവേഗം ജർമ്മനിയൊട്ടുക്കു പരന്നു. അധികം താമസിയാതെ ഒർഫിറിയസ്സ് പ്രബലന്മാരായ രക്ഷാധികാരികളെ സമ്പാദിച്ചു. പോളണ്ടിലെ രാജാവ് താല്പര്യമെടുത്തു. ഹെസ്സൻ-കാസ്സെലിലെ ലാൻഡ്ഗ്രാഫ് രക്ഷാധികാരിയായി മുന്നോട്ടുവന്നു. അയാൾ തന്റെ കൊട്ടാരം ഒർഫിറിയസ്സിന്റെ ഉപയോഗത്തിനു വിട്ടുകൊടുക്കുകയും യന്ത്രത്തെ പലവിധ പരീക്ഷണങ്ങൾക്കു വിധേയമാക്കുകയും ചെയ്തു.



ചിത്രം 49. പീറ്റർ ഒന്നാമൻ വാങ്ങാനാഗ്രഹിച്ച ഒർഫിറിയസിന്റെ തനിയെ കറങ്ങുന്ന ചക്രം (പഴയൊരു വരപ്പിൽനിന്ന്)

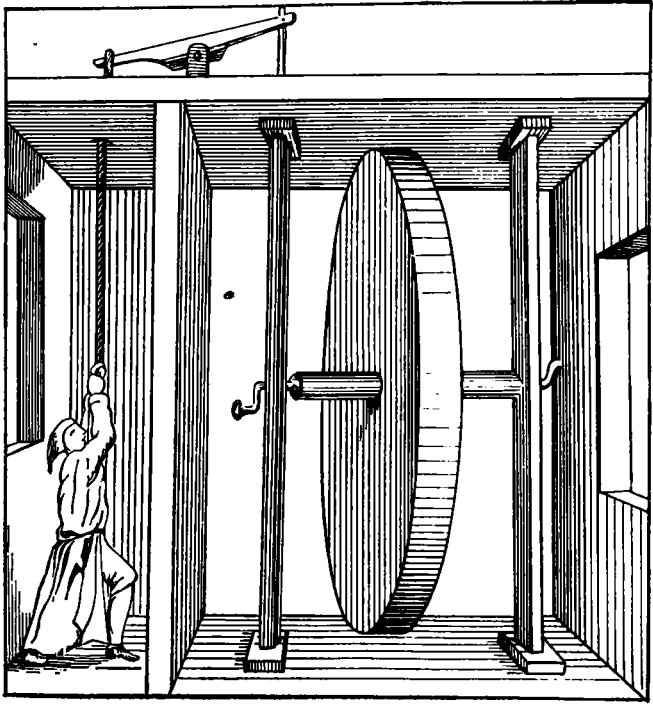
1717 നവംബർ 12-ാംനു യന്ത്രത്തെ ഒറാഞ്ച്ലുള്ള ഒരു മുറിയിൽ സ്ഥാപിച്ചിട്ട് അതിനെ ചലിപ്പിച്ചു. മുറി അടച്ചപ്പോൾ മുദ്രവച്ചിട്ട് രണ്ടുപേരെ പുറത്തു് കാവൽ നിർത്തി. രണ്ടാളു കഴിഞ്ഞു് നവംബർ 26-ാംനു-യാണ് മുദ്ര പൊട്ടിച്ചതു്. അതുവരെ ആരും മുറിയ്ക്കുതക്ക പോകാൻ ധൈര്യപ്പെട്ടില്ല. മുറി തുറന്നു് ലാൻഡ്ഗ്രാഫും പരിവാരങ്ങളും

ചവേശിച്ചപ്പോൾ “തെല്ലും മന്ദീഭവിക്കാത്ത വേഗതയോടെ” ചക്രം തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതാണ് കണ്ടത്. അതിനെ നിർത്തി, സമ്രാജ്യം പരിശോധിച്ചശേഷം വീണ്ടും കറക്കി. മുറി പൂട്ടി പുറത്തു് കാലാർക്കാരെ നിർത്തി. ഇത്തവണ മുദ്ര പൊട്ടിച്ചതു് 40 ദിവസം കഴിഞ്ഞതാണ്—1718 ജനുവരി 4-ാംനം ഒരു വിദഗ്ദ്ധസംഘം അകത്തു കയറി നോക്കിയപ്പോൾ ചക്രം തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരുന്നു. ലാൻഡ്ഗ്രാഫിങ്ങ് എന്നിട്ടും തൃപ്തിയായില്ല. അയാൾ മൂന്നാമതൊരു പരീക്ഷണം കൂടി നടത്തി. രണ്ടു മുഴുവൻ മാസത്തേക്കും യന്ത്രം പൂട്ടിയിടപ്പെട്ടു. അതു കഴിഞ്ഞും ചക്രം തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതു കണ്ടപ്പോൾ അയാളുടെ സന്തോഷത്തിനു് അതിരില്ലായിരുന്നു. ഒർഫിറിയൂസ്സിന്റെ “നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രം” മിനിറ്റിനു് 50 തവണ തിരിയുമെന്നും 16 കിലോഗ്രാം ഭാരം ഒന്നര മീറ്റർ പൊക്കത്തിൽ ഉയർത്തുമെന്നും കൂടാതെ തിരികല്ലും ഉലയും പ്രവർത്തിപ്പിക്കാനുള്ള ശേഷി അതിനുണ്ടെന്നും സാക്ഷ്യപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടുള്ള ഒരു ചർമ്മപത്രം അയാൾ നൽകി. അതും കീഴയിലിട്ടുകൊണ്ടു് ഒർഫിറിയൂസ് യൂറോപ്പിലുടനീളം സഞ്ചരിച്ചു. പീറ്റർ ഒന്നാമനോടു് തന്റെ യന്ത്രത്തിനു് ഒരു ലക്ഷം റൂബിളിൽ കറയാത്ത തുക ആവശ്യപ്പെട്ടതിൽനിന്നുതന്നെ അയാൾ അതിൽനിന്നും ഗണ്യമായൊരു ആദായമുണ്ടാക്കിയിരിക്കുമെന്നു കരുതുന്നതാണ്.

അതിവേഗം പരന്ന ഒർഫിറിയൂസ്സിന്റെ പേരു് ഒടുവിൽ പീറ്റർ ഒന്നാമന്റെ ചെവിയിലുമെത്തി. എല്ലാത്തരം കൗതുകവസ്തുക്കളിലും കൗശലസാമഗ്രികളിലും സഭാ കമ്പമുണ്ടായിരുന്ന അദ്ദേഹത്തിന്റെ ജിജ്ഞാസയെ ഈ യന്ത്രം തട്ടി നർത്തിയതിൽ അത്ഭുതപ്പെടാനില്ല. 1715-ൽ നടത്തിയ ഒരു വിദേശപര്യടനത്തിനിടയിൽത്തന്നെ അദ്ദേഹം അതേപ്പറ്റി കേൾക്കാനിടവരികയും എ. ഐ. ഓസ്റ്റർമാനെന്ന് വിശ്രുതനയതന്ത്രജ്ഞനെ അതു പരിശോധിക്കാൻ നിയോഗിക്കുകയും ചെയ്തതാണ്. നേരിട്ടു കാണാൻ കഴിഞ്ഞില്ലെങ്കിലും ഓസ്റ്റർമാൻ അതേപ്പറ്റി വിശദമായൊരു റിപ്പോർട്ടു് എഴുതിയയയ്ക്കുകയുണ്ടായി. ഒരു സമുന്നതനായ ആവിഷ്കാരകനെന്ന നിലയിൽ തന്റെ കീഴിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനു് ഒർഫിറിയൂസിനെ ക്ഷണിക്കാൻപോലും പീറ്റർ ഒന്നാമൻ ആലോചിച്ചതാണ്. അക്കാലത്തെ പ്രസിദ്ധദാർശനികനായ ക്രിസ്റ്റൂൻ വോൾഫിനോടു് അദ്ദേഹം അഭിപ്രായം ആരാധകയുമുണ്ടായി.

ഒന്നിനൊന്നു മെച്ചപ്പെട്ട ക്ഷണങ്ങളും അഭ്യർത്ഥനകളും ഒർഫിറിയൂസ്സിന്റെ നേരെ ചൊരിയപ്പെട്ടു. രാജാക്കന്മാർ പാരീതോഷികങ്ങൾ നൽകി. കവികൾ അയാളുടെ അത്ഭുതചക്രത്തിനു് അപദാനങ്ങൾ പാടി. പക്ഷെ അയാൾ വെറും തട്ടിപ്പുകാരനെന്നു കരുതുന്ന ചിലരുമുണ്ടായിരുന്നു. കൂടുതൽ തന്റേടമുള്ള ചിലർ അയാളെ പരസ്യമായി കുറ്റം

പ്പെടുത്തുകയും അയാളുടെ കള്ളി വെളിച്ചത്താക്കുന്നവർക്ക് ആയിരം മാർക്ക് പ്രതിഫലം നൽകാമെന്ന വാഗ്ദാനം ചെയ്യുകയും ചെയ്തു. അയാൾക്കെതിരായി വന്ന ഒരു ഹാസ്യചിത്രം ഇവിടെ ചേർത്തിട്ടുണ്ട് (ചിത്രം 50). "നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്ര"ത്തിന്റെ രഹസ്യത്തിന് അത് വളരെ ലളിതമായ ഒരു വിശദീകരണം നൽകുന്നു. ചക്രത്തെ താങ്ങിനിർത്തിയിരിക്കുന്ന തൂണുകളിൽ മറഞ്ഞുകിടക്കുന്ന അച്ചുതണ്ടിന്റെ ഭാഗത്തു ചരടു ചുറ്റിക്കൊണ്ട് ഒരുത്തൻ ഒളിച്ചുനിന്ന് വലിക്കുന്നു.



ചിത്രം 50. ഒർഫിറയ്യസിന്റെ ചക്രത്തിന്റെ രഹസ്യം (പഴയൊരു വരപ്പിൽനിന്ന്)

ഒർഫിറയ്യസ്സ് അയാളുടെ ഭാര്യയും പരിചാരികയുമായി വഴക്കിട്ടതിനെത്തുടർന്ന് യാദൃച്ഛികമായി പരസ്യമായതാണ് ഈ സൂത്രം. അയാൾ തന്റെ രഹസ്യം അവരെ രണ്ടുപേരേയും അറിയിച്ചിരുന്നു. ഒർഫിറയ്യസ്സിന്റെ സഹോദരനോ പരിചാരികയോ ആരെങ്കിലുമൊ

നാൾ ഒളിച്ചുനിന്ന് ഒരു നേർത്ത ചരടിൽ വലിച്ചാണ് ആ ചക്രം തിരിച്ചുപുറം. പക്ഷെ ഒർഹിയെസ്സ് വിട്ടുകൊടുത്തില്ല. ഭാര്യയും പരിചാരികയും വെറും പകുകൊണ്ട് തന്നെ അവഹേളിക്കുകയാണെന്ന് മരണശയ്യയിൽവെച്ചുപോലും അയാൾ പറഞ്ഞുകൊണ്ടിരുന്നു. പക്ഷെ അയാളിപ്പോഴായിരുന്ന വിശ്വാസം അതോടെ തകർന്നു. മനുഷ്യരെല്ലാം ദുഷ്ടസ്വഭാവമുള്ളവരാണ് അയാൾ സാറിന്റെ പ്രതിനിധിയായ ഷമാഹെറിനോട് ഊന്നിപ്പറഞ്ഞതു വെറുതെയല്ല.

ഹെർട്സർ എന്നൊരാൾ കണ്ടുപിടിച്ച മറ്റൊരു ‘നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രം’വും അക്കാലത്തു ജർമ്മനിയിലുണ്ടായിരുന്നു. ഷമാഹെർ അതേപ്പറ്റി ഇങ്ങനെ എഴുതി: ‘‘ഞാൻ ഡ്രൈസ്ഡനിൽവെച്ച് ഹെർട്സറുടെ perpetuum mobile കണ്ടു. മണൽനിറച്ച ഒരു ടാർപോളിനും മുമ്പോട്ടും പുറകോട്ടും തനിയെ തിരിയുന്ന, തിരികല്ലുപോലുള്ള ഒരു യന്ത്രവുമാണ് അതിലടങ്ങിയിരിക്കുന്നത്. കൂടുതൽ വലുതാക്കാൻ സാധ്യമല്ലെന്ന് അതു കണ്ടുപിടിച്ചയാൾ പറയുന്നു.’’ ആ യന്ത്രവും ‘‘നിലയ്ക്കാത്ത’’തല്ലെന്നതിനു സംശയമില്ല. ഏറിവന്നാൽ, ജീവനുള്ള (നിലയ്ക്കാത്തതല്ല) ഒരു യന്ത്രത്തെ സമർത്ഥമായി ഒളിച്ചുവെച്ചിട്ടുള്ള, സമർത്ഥമായി നിർമ്മിച്ച ഒരു ഉപകരണമായിരുന്നിരിക്കും അതു്. ഫ്രാൻസിസിലേയും ഇംഗ്ലണ്ടിലേയും ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ‘‘നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രങ്ങളെ ഗണിതശാസ്ത്രതത്വങ്ങൾക്കെതിരെന്ന നിലയ്ക്ക് പരിഹസിക്കുന്നു’’വെന്ന് ഷമാഹെർ പീറ്റർ ഒന്നാമൻ എഴുതിയതു് തികച്ചും ശരിയാണ്.

അദ്ധ്യായം അഞ്ചു്

ദ്രാവകങ്ങളുടേയും വാതകങ്ങളുടേയും

ഗുണങ്ങൾ

രണ്ടു കാപ്പിപ്പാത്രങ്ങൾ

നിങ്ങളുടെ മുമ്പിൽ ഒരേ വിസ്താരമുള്ള രണ്ടു കാപ്പിപ്പാത്രങ്ങളുണ്ടു് (ചിത്രം 51). എങ്കിലും ഒന്നിനു് മറേറതിനേക്കാൾ പൊക്കമുണ്ടു്. ഏതിലാണു് കൂടുതൽ കോളു് കൊള്ളുന്നതു്? പൊക്കമുള്ളതിൽ എന്നു് പലരും ആലോചിക്കാതെ പരീഞ്ഞേക്കാം. പക്ഷെ നമുക്കു് വാലിന്റെ



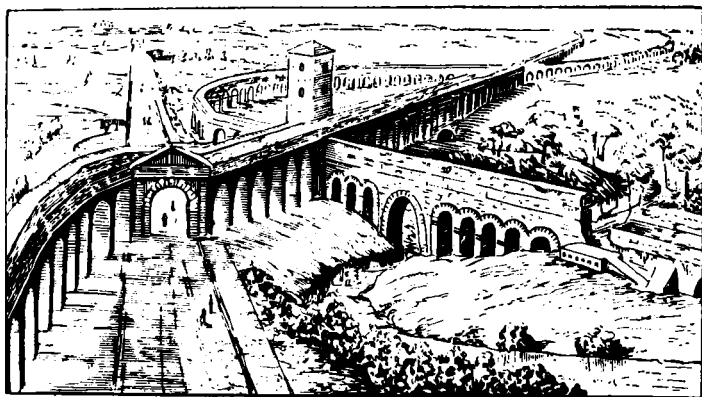
ചിത്രം 51. ഇതിലേതിലാണു് കൂടുതൽ കോളു് കൊള്ളുന്നതു്?

നിരപ്പുവരെ ഒഴിക്കാനേ കഴിയൂ. കൂടുതലൊഴിച്ചാൽ കവിഞ്ഞൊഴുകും. രണ്ടു പാത്രങ്ങളുടേയും വാലു് ഒരേ നിരപ്പിലായതുകൊണ്ടു് പൊക്കം കുറഞ്ഞ പാത്രത്തിൽ പൊക്കം കൂടുതലുള്ള പാത്രത്തോളംതന്നെ കൊള്ളാം. കാരണം ലളിതമാണു്. കാപ്പിപ്പാത്രവും അതിന്റെ വാലും പരസ്പരബ

ന്ധമുള്ള രണ്ടു പാത്രങ്ങളാണു്. അതുകൊണ്ടു് വാലിലെ ദ്രാവകത്തിന്റെ ഭാരം കാപ്പിപ്പാത്രത്തിലേതിനേക്കാൾ വളരെക്കുറവായെന്നെങ്കിൽ പോലും ദ്രാവകനിരപ്പു് രണ്ടിലും ഒരുപോലെയായിരിക്കണം. വാലിനു വേണ്ടത്ര പൊക്കമില്ലെങ്കിൽ കാപ്പിപ്പാത്രം മുക്കുറ്റംവരെ നിറയ്ക്കാൻ സാധ്യമല്ല. വെള്ളം കവിഞ്ഞൊഴുകിക്കൊണ്ടേയിരിക്കും. വെള്ളം തുളുമ്പാതെ ചെരിച്ചെടുക്കത്തക്കവണ്ണം സാധാരണയായി കാപ്പിപ്പാത്രത്തിന്റെ മുകൾഭാഗത്തേക്കാൾ കുറച്ചുകൂടി പൊങ്ങിയിരിക്കും അതിന്റെ വാലു്.

പണ്ടുള്ളവർ മനസ്സിലാക്കാതിരുന്നത്

റോമാക്കാർ തങ്ങളുടെ പൂർവികന്മാർ കെട്ടിയ നീർച്ചാലുകൾ ഇന്നും പ്രയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. അവ പണിത റോമിലെ അടിമകളെപ്പറ്റി നമുക്കു കിട്ടിയ കൃത്യമായ തോന്നമെങ്കിലും അതിന്റെ ചുമതല വഹിച്ച അന്നത്തെ എഞ്ചിനീയർമാരെപ്പറ്റി നമുക്കുണ്ടിനെ പറയാൻ സാധ്യമല്ല. ഭൗതിക ശക്തിയുടെ പ്രാഥമികതത്വങ്ങൾ പോലും അവർക്കു വേണ്ടത്ര അറിഞ്ഞുകൂടാമായിരുന്നുവെന്നു വ്യക്തമാണ്. മ്യൂനിക്കിലെ ജർമ്മൻ മ്യൂസിയത്തിൽ സ്ഥാപിച്ചുവെച്ചിട്ടുള്ള ചിത്രത്തിൽ (ചിത്രം 52) നോക്കുക. റോമാക്കാർ



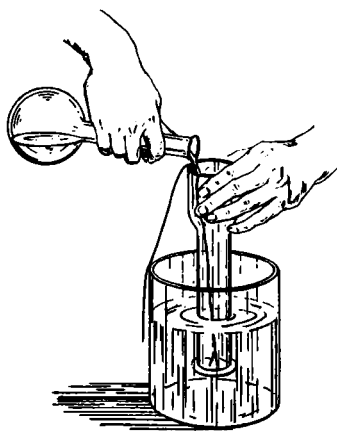
ചിത്രം 52. പ്രാചീനറോമിലെ ജലപ്രണാളികൾ

റോമാക്കാരുടെ നീർച്ചാലുകൾ തറയിൽ കഴിക്കുന്നതിനു പകരം തറയുടെ മുകളിൽ, പൊക്കമുള്ള കൽത്തൂണുകളിന്മേൽ പണിയുകയാണു ചെയ്തതെന്നു കാണാം. എന്താണു കാരണം? നാമിന്നു ചെയ്യാറുള്ളതുപോലെ തറയിൽ പൊന്നുനതല്ലേ എളുപ്പം? പരസ്പരബന്ധിതവാഹികകളുടെ നിയമങ്ങളെപ്പറ്റി റോമാ എഞ്ചിനീയർമാർക്ക് വളരെ അവിഷ്കരണമായ ധാരണകളേ ഉണ്ടായിരുന്നുള്ളൂ. ദീർഘമായ ഒരു നീർച്ചാലുകൊണ്ടു ബന്ധിക്കപ്പെട്ട കണ്ടു ജലാശയങ്ങളിൽ വെള്ളം ഒരേ നിരപ്പുവരെ ഉയരുകയില്ലെന്ന് അവർ ഭയന്നു. തന്നെയല്ല, പൈപ്പുകൾ നിലത്തു സ്ഥാപിക്കുകയും അവ നിലത്തിന്റെ കിടപ്പനുസരിച്ചാവുകയും ചെയ്യാൻ ചിലേടത്തു് പൈപ്പുകൾ മേലോട്ടൊഴുകേണ്ടിവരും. അതു് അസാധ്യമാണെന്ന് അവർ വിശ്വസിച്ചു. അതുകൊണ്ടാണു് അവരുടെ ചാലുകൾക്കു് സാധാരണയായി ഉടനീളം താഴോട്ടു് ഒരു ചെരിവുള്ളതു്. പലപ്പോഴും അവർ

കുറുത്തു അവ വളച്ചുപുറിക്കൊണ്ടുപോവുകയോ ഉയരമുള്ള ആർച്ചകൾ നാട്ടുകയോ ചെയ്യേണ്ടിവന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് ആകൃഷ്ട മാർസിയ എന്ന ചാലിന് 100 കിലോമീറ്റർ നീളമുണ്ട്. നൂലിട്ടു പിടിച്ചാൽ അതിന്റെ പാതി ദൂരമേ വരൂ. പ്രാചീനറോമാക്കാർക്ക് ഭൗതികത്തിന്റെ പ്രാഥമികനിയമങ്ങളെക്കുറിച്ചുണ്ടായിരുന്ന അജ്ഞത നിമിത്തം 50 കിലോമീറ്ററിന്റെ കല്പനകൂടി ചെയ്യേണ്ടിവന്നു.

ദ്രാവകങ്ങൾ മേലോട്ടു മർദ്ദിക്കുന്നു!

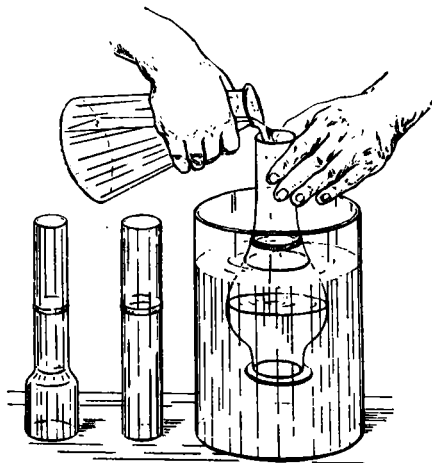
ദ്രാവകങ്ങൾ അവ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പാത്രങ്ങളുടെ അടിഭാഗത്തേക്കും വശത്തേക്കും മർദ്ദം ചെലുത്തുന്നുവെന്ന് ഭൗതികം പഠിച്ചിട്ടില്ലാത്തവർക്കുപോലും അറിയാം. എന്നാൽ ദ്രാവകങ്ങൾ മേലോട്ടും മർദ്ദിക്കുന്നുണ്ടെന്ന് പലരും സംശയിച്ചിരിക്കില്ല. ഒരു സാധാരണ ചിമ്മിനി വിളക്കിന്റെ ചിമ്മിനി ഉപയോഗിച്ച് ഇത് എളുപ്പം തെളിയിക്കാൻ കഴിയും. ചിമ്മിനിയുടെ മുകൾവശം മൂടത്തക്കവണ്ണം ഒരു കട്ടിയുള്ള കാർഡ്ബോർഡ് കഷണം മുറിച്ചെടുക്കുക. അതുകൊണ്ട് മുകൾവശം മൂടിയിട്ട് ചിമ്മിനി ചിത്രം 53-ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ ഒരു പാത്രം വെള്ളത്തിൽ താഴ്ത്തിപ്പിടിക്കുക. താഴ്ത്തുമ്പോൾ മൂടി മാറിപ്പോകാതിരിക്കാൻ അത് ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ ഒരു ചരടു കെട്ടി വലിച്ചുപിടിക്കുകയോ അല്ലെങ്കിൽ വിരൽകൊണ്ട് അമർത്തിപ്പിടിക്കുകയോ ചെയ്യുക. ചിമ്മിനി വെള്ളത്തിൽ കറ താണുകഴിഞ്ഞാൽ ചരടു വിടാം, അല്ലെങ്കിൽ വിരലെടുക്കാം. മൂടി ഇരുന്നിടത്തു നിന്ന് മാറുകയില്ല. മേലോട്ടും മർദ്ദിക്കുന്ന വെള്ളം അതിനെ അവിടെത്തന്നെ നിർത്തുന്നു.



ചിത്രം 53. ദ്രാവകങ്ങൾ മേലോട്ടും മർദ്ദിക്കുന്നുവെന്നു തെളിയിക്കുന്ന ഒരു ലളിതപരീക്ഷണം.

മേലോട്ടുള്ള ഈ മർദ്ദം, വേണമെങ്കിൽ അളക്കാൻപോലും കഴിയും. ചിമ്മിനിയിലേക്കും കുറെക്കൂടെ വെള്ളമൊഴിക്കുക. ചിമ്മിനിയിലേയും പാത്രത്തിലേയും ജലനിരപ്പ് ഒന്നായിത്തീർന്നയുടനെ മൂടിമാറിപ്പോകും.

കാരണം, മുകളുടെ മേൽ അടിയിൽനിന്നുള്ള വെള്ളത്തിന്റെ മർദ്ദവും മുകളിൽ നിന്നുള്ള വെള്ളത്തിന്റെ മർദ്ദവും തുല്യമായിത്തീരുന്നു (ചിമ്മിനി എത്ര ആഴത്തിൽ താഴ്ന്നുവോ അതാണ് മുകളിലെ വെള്ളത്തിന്റെ ഉയരം). ആഴ്ത്തപ്പെട്ടവൻ വസ്തുവിന്മേൽ ദ്രാവകം ചെലുത്തുന്ന മർദ്ദത്തെപ്പോലെയല്ലാത്ത നിയമം ഇതാണ്. ദ്രാവകങ്ങൾക്കുള്ളിൽ വസ്തുക്കൾക്കു സംഭവിക്കുന്ന ഭാരം 'അർവിം' ഇതാണ് കാരണമെന്നുകൂടി പറഞ്ഞുകൊള്ളട്ടെ. അതേക്കുറിച്ചുള്ള ആർ ഫിമെഡിസിന്റെ നിയമം സവിദിതമാണല്ലോ.



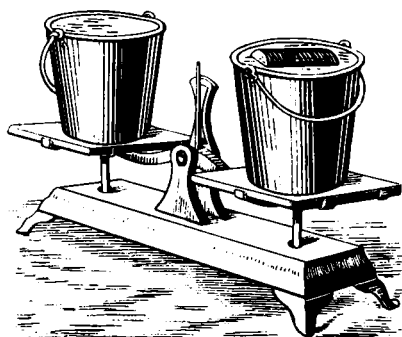
ചിത്രം 54. പാത്രത്തിന്റെ അടിത്തട്ടിൽ ചെലുത്തപ്പെട്ടവൻ ദ്രാവകമർദ്ദം അടിത്തട്ടിന്റെ ക്ഷേത്രത്തേയും ദ്രാവകതലത്തിന്റെ ഉയരത്തേയും മാത്രമാണ് ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഇതു നേരാനോ എന്നു നോക്കാനുള്ള വഴിയാണ് ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്

മുകളിൽ ഒരേ വാദ്യവും എന്നാൽ പലേ ആകൃതികളുമുള്ള ഏതാനും ചിമ്മിനികളുടെ സഹായത്തോടെ ദ്രാവകങ്ങളെപ്പോലെയല്ലാത്ത മറ്റൊരു നിയമം പരീക്ഷിച്ചുനോക്കാവുന്നതാണ്. ഒരു പാത്രത്തിന്റെ അടിവശത്തിന്മേൽ അതിനകത്തെ ദ്രാവകം ചെലുത്തുന്ന മർദ്ദം അടിവശത്തിന്റെ വലിപ്പത്തേയും ദ്രാവകം 'സ്കം'ത്തിന്റെ ഉയരത്തേയും മാത്രം ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നത്. പാത്രത്തിന്റെ രൂപം എങ്ങിനെയാലും വേണ്ടില്ല. ഇതാണ് ആ നിയമം. അതു പരീക്ഷിച്ചുനോക്കേണ്ടത് എങ്ങിനെയാണെന്നു പറയാം. പലതരം ചിമ്മിനികൾ ഒരേ ആഴത്തിൽ മുക്കുക. തെറ്റു പറയാതിരിക്കാൻവേണ്ടി ആദ്യമേതന്നെ അടിവശം തന്നെ ഒരേ പൊക്കത്തിൽ കടലാസുതുണ്ടുകൾ ഒട്ടിച്ചുവയ്ക്കുക. ആദ്യത്തെ പരീക്ഷണത്തിലെന്നപോലെതന്നെ ചിമ്മിനിക്കകത്തു് ഒഴിക്കുന്ന വെള്ളം പുറത്തെ വെള്ളത്തിന്റെ നിരപ്പിലെത്തുമ്പോൾ കാർഡ്ബോർഡ് മുകളി മാറിപ്പോകും (ചിത്രം 54). അടിവശത്തിന്റെ വലിപ്പവും ഉയരവും ഒന്നാണെങ്കിൽ ഏതു രൂപത്തിലുള്ള ദ്രാവകം 'സ്കം'ങ്ങളും ഒരേ മർദ്ദമായിരിക്കും ചെലുത്തുന്നതെന്നർത്ഥം. ഇവിടെ ഉയരമാണ്, വീളമല്ല, പ്രധാനമെന്നോർക്കണം. നീളംകൂടിയതാണെങ്കിലും ചെറിയ

ഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഒരു സ്കൂലും നീളം കുറവെങ്കിലും അത്രതന്നെ ഉയരമുള്ള കത്തനെ നിൽക്കുന്ന മറ്റൊരു സ്കൂലും അടിവശത്തു് ഒരേ മർദ്ദമാണു് ചെയ്യുന്നതു്. രണ്ടിന്റേയും അടിവശം ഒരേ വലിപ്പമായിരിക്കണമെന്നുള്ളതു്.

ഏതിനാണു് കൂടുതൽ ഭാരം?

ഒരു തൊട്ടിയെടുത്തു് വക്കവരെ വെള്ളം നിറച്ചു് തുലാസ്സിന്റെ ഒരു തട്ടിൽ വയ്ക്കുക. മറ്റേ തട്ടിൽ വേറൊരു തൊട്ടി വെള്ളം വയ്ക്കുക. അതിലും വക്കവരെ വെള്ളം നിറച്ചിട്ടുണ്ടു്. പക്ഷെ ഒരു മരക്കഷണം പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നു (ചിത്രം 55). ഏതു തൊട്ടിക്കാണു് കൂടുതൽ ഭാരം? ഞാൻ ഈ ചോദ്യം പലരോടും ചോദിച്ചു. മറുപടികൾ പലതായിരുന്നു. വെള്ളത്തിനു പുറമെ മരക്കഷണം കൂടിയുള്ളതുകൊണ്ടു് ആ തൊട്ടിക്കായിരിക്കും ഭാരക്കൂടുതലെന്നു് ചിലർ. വെള്ളത്തിനു മരത്തേക്കാൾ ഭാരമുള്ളതുകൊണ്ടു് മരക്കഷണമില്ലാത്ത തൊട്ടിക്കാണു് കൂടുതൽ ഭാരമെന്നു് മറ്റു ചിലർ. രണ്ടു കൂട്ടരും പറഞ്ഞതു തെറ്റായിരുന്നു. രണ്ടു തൊട്ടികൾക്കും ഒരേ ഭാരമാണു്. മരക്കഷണം കുറച്ചു വെള്ളത്തെ വിസ്ഥാപിച്ചിരിക്കുമെന്നതുകൊണ്ടു് രണ്ടാമത്തെ തൊട്ടിയിൽ വെള്ളം ആദ്യത്തേതിനേക്കാൾ കുറവായിരിക്കുമെന്നതു ശരിയാണു്. പക്ഷെ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്ന ഒരു വസ്തു വിസ്ഥാപിക്കുന്ന ദ്രാവകത്തിന്റെ ഭാരവും ആ വസ്തുവിന്റെ മൊത്തം ഭാരവും തുല്യമായിരിക്കുമെന്നു് ഒരു നിയമമുണ്ടു്. അതുകൊണ്ടാണു് രണ്ടു തൊട്ടികളും സതുലിതമായിരിക്കുന്നതു്.



ചിത്രം 55. രണ്ടു തൊട്ടികളിലും വക്കവരെ വെള്ളമുണ്ടു്. ഒന്നിൽ ഒരു മരക്കഷണമുണ്ടു്. ഏതിനാണു് കൂടുതൽ ഭാരം?

ഇനി മറ്റൊരു ചോദ്യത്തിനു് ഉത്തരം കാണൂ. ഒരു ഗ്ലാസിൽ കുറച്ചു വെള്ളമെടുത്തീട്ടു് ഗ്ലാസിന്റെ ഒരു തട്ടിൽ വയ്ക്കുക. അതിനടുത്തായി ഒരു കട്ടിയും വയ്ക്കുക. ഗ്ലാസ് സതുലിതമാക്കിയ

ശേഷം കട്ടിയെടുത്തു ഗ്ലാസിനകത്തിടുക. ത്രാസിനെതു സംഭവിക്കും? ആർക്കിമെഡിസിന്റെ നിയമമനുസരിച്ച് വെള്ളത്തിനകത്തുവെച്ച് കട്ടിക്ക് തട്ടിന്മേലിരിക്കുമ്പോഴത്തേക്കാൾ ഭാരം കുറവായിരിക്കും.

അതുകൊണ്ട് ആ തട്ട് പൊങ്ങുണ്ടതല്ലേ? പക്ഷെ തട്ടുകൾ സത്തുലനം നിലനിർത്തുന്നു. എന്തുകൊണ്ട്? ഗ്ലാസിലിട്ട കട്ടി കുറച്ചു വെള്ളത്തെ വിസ്ഥാപിക്കുകയും അങ്ങിനെ ജലനിരപ്പ് ഉയരുകയും ചെയ്യുന്നു. തന്മൂലം പാത്രത്തിന്റെ അടിവശത്തു ചെലുത്തുന്ന മർദ്ദം വർദ്ധിക്കുന്നു. നഷ്ടപ്പെട്ട ഭാരത്തിനു തുല്യമായ ബലം പാത്രത്തിന്റെ അടിവശത്തിന് കൂടുതലായി അനുഭവപ്പെടുന്നു.

ദ്രാവകത്തിന്റെ തനതുരൂപം

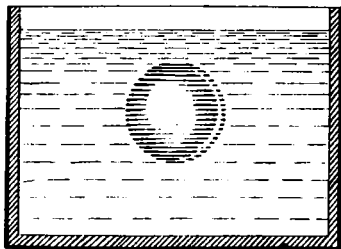
ദ്രാവകങ്ങൾക്ക് തനതായിട്ടൊരു രൂപമില്ലെന്നാണ് നമ്മുടെ ധാരണ. അതു ശരിയല്ല.

ഏതൊരു ദ്രാവകത്തിന്റേയും തനതുരൂപം ഗോളമാണ്. സാധാരണഗതിയിൽ ഗുരുത്വബലംമൂലം ദ്രാവകങ്ങൾക്ക് ആ രൂപമാർജ്ജിക്കാൻ കഴിയാറില്ല. ഒരു ദ്രാവകം പാത്രത്തിൽനിന്നു തുളുമ്പിപ്പിന്നാൽ നേർത്ത പാളിയായി പരക്കുന്നു. അതല്ലെങ്കിൽ പാത്രത്തിന്റെ രൂപമെടുക്കുന്നു. എന്നാൽ ഒരേ ആപേക്ഷികഭാരമുള്ള മറ്റൊരു ദ്രാവകത്തിനുള്ളിൽ വെച്ച് അതിന് ആർക്കിമെഡിസിന്റെ നിയമമനുസരിച്ച് ഭാരം 'നഷ്ടപ്പെടുന്നു.' അതിനു ഭാരമേയില്ലെന്നു തോന്നും. ഇപ്പോൾ ഗുരുത്വബലം അതിന്മേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല. അതു തനതായ ഗോളാകൃതി ആർജ്ജിക്കുന്നു.

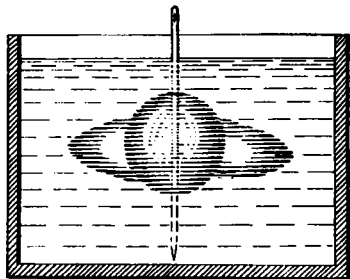
ലിഖിതപ്പെട്ട വെള്ളത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കും. സ്ഫിരിട്ടിൽ മുങ്ങും. അതുകൊണ്ട് ലിഖിതപ്പെട്ട പൊങ്ങുകയുമില്ല, മുങ്ങുകയുമില്ല, എന്ന പരമ്പരയിൽ വെള്ളവും സ്ഫിരിട്ടും കൂടി കലർത്തിയെടുക്കാൻ കഴിയും. ഡ്രോപ്പറിൽക്കൂടി സ്വല്പം എണ്ണ അതിലേക്കൊഴിക്കുമ്പോൾ വിചിത്രമായ ഒരു കാഴ്ച കാണാം. എണ്ണ ഒരു വലിയ ഉരുണ്ട തുള്ളിയായിത്തീർന്ന് പൊങ്ങുകയോ മുങ്ങുകയോ ചെയ്യാതെ ആ മിശ്രത്തിൽ തുങ്ങിക്കിടക്കുന്നു (ചിത്രം 56). ഗോളത്തിന്റെ രൂപം വികൃതപ്പെടാതിരിക്കാൻ വേണ്ടി വശംപരന്ന പാത്രത്തിൽ വേണം പരീക്ഷണം നടത്താൻ.

ഈ പരീക്ഷണം വളരെ ക്ഷമയോടും ശ്രദ്ധയോടും കൂടി നടത്തിയിരുന്നെങ്കിൽ ഒരു വലിയ തുള്ളിക്കു പകരം പല കൊച്ചു തുള്ളികളായിരിക്കും കിട്ടുക. അങ്ങിനെ വന്നാൽ പോലും നിരാശപ്പെടേണ്ട കാര്യമില്ല. അതുതന്നെ വേണ്ടത്ര വിജ്ഞാനപ്രദമാണ്.

നമുക്ക് ഈ പരീക്ഷണം തുടരാം. ഒരു നീണ്ട കമ്പോ കമ്പിയോ എടുത്ത് എണ്ണത്തുള്ളിയിൽ കുത്തിക്കയറ്റുക. കമ്പു തിരിക്കുക. തുള്ളി യും ഒപ്പം തിരിയുന്നു. വട്ടത്തിൽ വെട്ടിയെടുത്ത് എണ്ണയിൽ മുക്കിയ ഒരു കാർഡ് ബോർഡ് ക്ഷണം കമ്പിന്റെ അറ്റത്തു ഘടിപ്പിക്കുകയും അത് തുള്ളിയിൽ പൂർണ്ണമായി കുത്തിയിറക്കുകയും ചെയ്താൽ കറേക്കൂടി നല്ല ഫലം കിട്ടും. തിരിച്ചിൽ മൂലം തുള്ളി അമുങ്ങുന്നു. ഏതാനും നിമിഷങ്ങൾക്കു ശേഷം ഒരു വൃത്തം അതിൽനിന്ന് ഉരുത്തി



ചിത്രം 56. നേർപ്പിച്ച സ്ഫിരിട്ടി നകത്തു് എണ്ണ, പൊങ്ങുകയോ താഴുകയോ ചെയ്യാത്ത ഒരു ഉണ്ട യായിത്തീരുന്നു (പ്ലാറോയുടെ പരീക്ഷണം)



ചിത്രം 57. സ്ഫിരിട്ടിനകത്തെ എണ്ണയുണ്ട ഒരു കമ്പു കുത്തി ചുറ്റിച്ചാൽ ഒരു വലയം രൂപമെടുക്കുന്നു

രിഞ്ഞു വരുന്നു (ചിത്രം 57). വൃത്തം വിഘടിച്ചുണ്ടാകുന്ന പുതിയ തുള്ളി കൾ ആദ്യത്തെ തുള്ളിയുടെ ചുറ്റും തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

ബൽജിയൻ ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞനായ പ്ലാറോ ആണ് വിജ്ഞയമായ ഈ പരീക്ഷണം ആദ്യമായി നടത്തിയത്. ഇതേ പരീക്ഷണം തന്നെ കറേക്കൂടി എളുപ്പത്തിൽ മറ്റൊരു വിധത്തിൽ നടത്താം. ചെറിയൊരു ഗ്ലാസെടുത്ത് വെള്ളംകൊണ്ടു കഴുകിയിട്ട് അതിൽ ഒലിവെണ്ണ നിറയ്ക്കുക. അത് കറേക്കൂടി വലിയ വേറൊരു ഗ്ലാസിന്റെ ചുവട്ടിൽ വയ്ക്കുക. ചെറിയ ഗ്ലാസ് മുടത്തക്കവണ്ണം വലിയ ഗ്ലാസിൽ സൂക്ഷിച്ചു സ്ഫിരിട്ടൊഴിക്കുക. അതിനുശേഷം സ്റ്റേണിൽ വെള്ളമെടുത്ത് കറേയ്ക്കുക റേയ്ക്കു ചേർക്കുക. ഇതു വളരെ സൂക്ഷിച്ചു വേണം ചെയ്യാൻ. വെള്ളം വലിയ ഗ്ലാസിന്റെ വശത്തുകൂടി ഒലിച്ചിറങ്ങാനേ പാടുള്ളൂ. കൊച്ചുഗ്ലാസിലെ എണ്ണയുടെ മുകൾഭാഗം മുഴുവനാൽ തുടങ്ങുന്നു. വേണ്ടത്ര വെള്ളം ചേർത്തുകഴിയുമ്പോൾ കൊച്ചുഗ്ലാസിൽനിന്നും സാമാന്യം വലി

യൊരു തുള്ളി എണ്ണ മേലോട്ടു പൊങ്ങി, സ്പിരിട്ടും വെള്ളവും ചേർന്ന ആ മിശ്രണത്തിൽ രുങ്ങിക്കിടക്കും (ചിത്രം 58).

സ്പിരിട്ടിനു പകരം അനിലൈൻ ഉപയോഗിക്കാം. സാധാരണതാപത്തിൽ വെള്ളത്തേക്കാൾ, ഭാരിച്ചതും എന്നാൽ $75-85^{\circ}$ സെൻറിഗ്രേഡ് വരെ ചൂടാക്കുമ്പോൾ വെള്ളത്തോളം ഭാരമില്ലാത്തതുമായ ഒരു ദ്രാവകമാണത്.

വെള്ളം ചൂടാക്കിയാൽ അനിലൈൻ അതിനുള്ളിൽ ഓടിനടക്കുകയും വലിയൊരു തുള്ളിയായി രൂപം കൊള്ളുകയും ചെയ്യും. സാധാരണതാപത്തിൽ അനിലൈൻ തുള്ളി ഉപ്പുവെള്ളത്തിൽ രുങ്ങിക്കിടക്കും. കട്ടം ചുവപ്പുനിറമുള്ള ഓർത്തോതൊലുവിഡിൻ (orthotolidine) ആണ് സൗകര്യപ്രദമായ മറ്റൊരു ദ്രാവകം. 24° -യിൽ അതിന് ഉപ്പുവെള്ളത്തിന്റെ ഘനത്വമാണ്. അതിലേക്ക് ആ ദ്രാവകം ഒഴിക്കുന്നു.



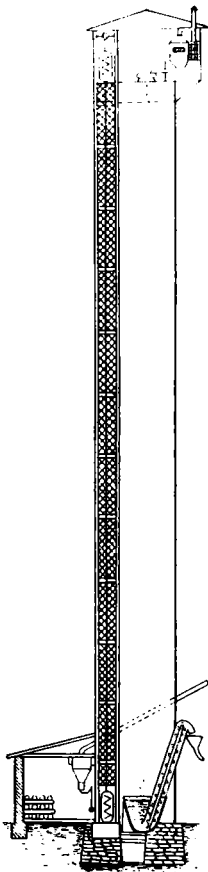
ചിത്രം 58. പ്ലാനറോയുടെ പരീക്ഷണത്തിന്റെ ലളിതരൂപം.

വെടിയുണ്ട ഉരുണ്ടിരിക്കുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?

ഗുരുത്വബലത്തിന്റെ സ്വാധീനമില്ലാതാവുമ്പോൾ ഏതൊരു ദ്രാവകവും തനതായ ഗോളരൂപമാർജ്ജിക്കുമെന്നു കണ്ടല്ലോ. വീണ്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന വസ്തുവിനു ഭാരമില്ലെന്നു ഞാൻ നേരത്തേ പറഞ്ഞത് ഓർമ്മവയ്ക്കുകയും വീണ്ടും തുടങ്ങുമ്പോഴുള്ള വായുമണ്ഡലത്തിന്റെ നിസ്സാരമായ പ്രതിരോധത്തെ അവഗണിക്കുകയും* ചെയ്യുന്നപക്ഷം വീണ്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ദ്രാവകാംശങ്ങളും ഗോളീയരൂപമാർജ്ജിക്കാതെ തരമില്ലെന്നു മനസ്സിലാവും.

സത്യത്തിൽ അങ്ങിനെയാണതാനും. വീഴുന്ന മഴത്തുള്ളികൾ ഉരുണ്ടിരിക്കും. വെടിയുണ്ടകളാവട്ടെ, ഉരുകിയ ഈയത്തുള്ളികൾ ഉറച്ചു

* വീഴ്ചയുടെ തുടക്കത്തിൽ മാത്രമേ മഴത്തുള്ളികൾക്കു ത്വരണം സംഭവിക്കുന്നുള്ളൂ. ആദ്യത്തെ സെക്കണ്ടിന്റെ രണ്ടാം പകുതിയാവുമ്പോൾത്തന്നെ വീഴ്ച ഒരേ വേഗതയിലാവുന്നു. വീഴുന്ന മഴത്തുള്ളിയുടെ വേഗതയോടൊപ്പം വർദ്ധിച്ചുവരുന്ന വായുമണ്ഡലപ്രതിരോധം തുള്ളിയുടെ ഭാരത്തിനു തുല്യമാകും.



ചിത്രം 59. ഉണ്ടനി
മാണശാല
യിലെ ഗോപുരം.

കട്ടിയാവുന്നതല്ലാതെ മറ്റൊന്നുമല്ല. തണുത്ത വെള്ളത്തിലേക്ക് അത്യുരത്തിൽനിന്നു വീഴുന്ന അവ ഉറച്ചു ശരിക്കും ഗോളാകൃതിയിൽ കട്ടിയാവുന്നു.

ഉയരംകൂടിയ ഗോപുരത്തിൽനിന്നു വീഴ്ത്തുന്നതുകൊണ്ട് വെടിയുണ്ടയെ “ഗോപുരയുണ്ട” എന്നും വിളിക്കുന്നു (ചിത്രം 59). 45 മീറ്റർ ഉയരംവരുന്ന ഈ ഗോപുരങ്ങൾ ലോഹനിർമ്മിതങ്ങളാണ്. മുകളിൽ ഈയമുരക്കാരുള്ള ബോയിലുകളും താഴെ വെള്ളം നിറച്ച ടാങ്കുകളുണ്ട്. തയ്യാറായ വെടിയുണ്ടകൾ പിന്നീട് തരംതിരിക്കപ്പെടുന്നു. ഉരുകിയ ഈയത്തുള്ളി താഴോട്ടു വീഴുമ്പോൾത്തന്നെ ഉറച്ചു ഉണ്ടയാകുന്നു. വീഴ്ചയുടെ ആഘാതം കുറയ്ക്കാനും ഉണ്ടയുടെ ഗോളാകൃതി നഷ്ടപ്പെടാതിരിക്കാനും വേണ്ടിയാണ് വെള്ളം നിറച്ച ടാങ്കുള്ളത്. (6 മില്ലിമീറ്ററിൽ കവിഞ്ഞ വ്യാസമുള്ള കാനിസ്റ്റർ ഷോട്ട് എന്നു പറയപ്പെടുന്ന വെടിയുണ്ടയുടെ നിർമ്മാണം ഇങ്ങനെയല്ല. കമ്പിക്കഷണങ്ങൾ മുറിച്ചു ഉരുട്ടിയെടുത്താണ് അത് ഉണ്ടാക്കുന്നത്.)

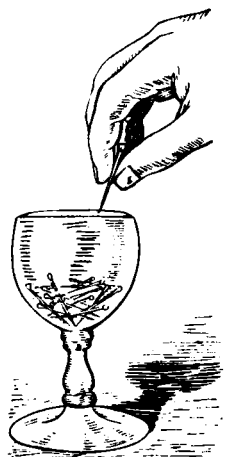
“അടിയില്ലാത്ത” ചഷകം

ഒരു ചഷകമെടുത്തു വക്കവരെ വെള്ളം നിറയ്ക്കുക. കരെ മൊട്ടുസൂചികളുമെടുക്കുക. അവയിൽ ഒന്നുരണ്ടെണ്ണത്തിന് ചഷകത്തിൽ ഇടമുണ്ടായിരിക്കുമോ? പരീക്ഷിച്ചുനോക്കൂ.

സൂചികൾ ഇടുതുടങ്ങുക. എണ്ണകയും വേണം. ഇടുന്നതു സൂക്ഷിച്ചായിരിക്കണം. സൂചിയുടെ മൊട്ടിൽ പിടിച്ച് കൂർത്ത അറ്റം വെള്ളത്തിൽ മുട്ടിച്ചിട്ട് പതുക്കെ കൈ വിടുക. വെള്ളത്തിലേക്കു തള്ളുകയോ അല്പമെങ്കിലും മർദ്ദം ചെലുത്തുകയോ അരുത്. വെള്ളം തുളമ്പിപ്പോകരുതെന്നതാണ് കാര്യം. ഇടുന്ന സൂചികൾ അടിയിലേക്കു താഴുന്നു. പക്ഷെ ജലനിരപ്പിൽ മാറുമില്ല. സൂചികളുടെ എണ്ണം പത്താകുന്നു, ഇരുപതാകുന്നു, മുപ്പതാകുന്നു. എന്നിട്ടും

വെള്ളം കവിഞ്ഞൊഴുകുന്നില്ല. ചപ്പകത്തിന്റെ ചുവട്ടിൽ ഒരു നൂറു സൂചി കിടന്നാലും വെള്ളം തുളുമ്പുകയില്ല (ചിത്രം 60). എന്നു മാത്രമല്ല, ജലനിരപ്പ് ചപ്പകത്തിന്റെ വക്കിനേക്കാൾ, കാണത്തക്കവണ്ണം ഉയർന്നിട്ടുണ്ടാവില്ല.

കൂടുതൽ സൂചികളിടുക. ഇതന്നുറോ മുന്തറോ നാനൂറോ ആയാലും ഒരൊറ്റ തുളുപോലും തുളുമ്പുകയില്ല. എങ്കിലും ജലനിരപ്പ് വക്കിൽ നിന്നും മുഴച്ചിരിക്കുന്നതായി കാണാം. ഇതേവരെ ദുർഗ്രഹമായിരുന്ന ഈ പ്രതിഭാസത്തിന്റെ തുമ്പു കിടക്കുന്നത് അതിലാണ്. ഗ്ലാസിൽ ഒരു തരിപോലും മെഴക്കുണ്ടെങ്കിൽ അതിൽ വെള്ളം പിടിക്കുകയില്ല. നാമുപയോഗിക്കുന്ന മറ്റൊല്ലാ പാത്രങ്ങളിലുമെന്നപോലെ ചപ്പകത്തിന്റെ വക്കത്തും നമ്മുടെ വിരലുകളിൽ നിന്ന് അല്പസ്വല്പം മെഴക്കു പററിയിരിക്കുമെന്നു തീർച്ചയാണ്.



ചിത്രം 60. ചപ്പകത്തിൽ എത്ര സൂചികൾ കൊള്ളും?

അങ്ങിനെ ചപ്പകത്തിന്റെ വക്കിൽ പിടിക്കാത്തതുകൊണ്ട് മൊട്ടുസൂചികളാൽ വിസ്ഥാപിതമായ വെള്ളം മുഴച്ചുകാണപ്പെടുന്നു. കണ്ണുകൊണ്ടു കാണാൻവയ്ക്കുകയും ഒരു സൂചിയുടെ വ്യാപ്തം കണക്കാക്കുകയും അതിനെ ചപ്പകത്തിന്റെ വക്കിനു മുകളിലുള്ള മുഴപ്പിന്റെ വ്യാപ്തവുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുകയാണെങ്കിൽ ആദ്യത്തേത് രണ്ടാമത്തേതിന്റെ എത്രയോ നൂറിലൊരംശമേ വരൂ എന്നു മനസ്സിലാവും. ഒരു "നിറഞ്ഞ" ചപ്പകത്തിൽ ഏതാനും നൂറു സൂചികൾക്കു പിന്നേയും ഇടം കാണുന്നത് അതുകൊണ്ടാണ്.

ചപ്പകത്തിന്റെ വാവട്ടം കൂടുന്തോറും അതിലിടാവുന്ന സൂചികളുടെ എണ്ണവും കൂടും. മുഴപ്പിന്റെ വലിപ്പം കൂടുമെന്നതാണ് കാരണം. ഒരു ഏകദേശമായ കണക്കുകൂട്ടൽ ഇക്കാര്യം വ്യക്തമാക്കും. ഒരു സൂചിക്ക് ഉദ്ദേശം 25 മില്ലിമീറ്റർ നീളവും അര മില്ലിമീറ്റർ വണ്ണവുണ്ട്.

$V = \frac{\pi d^2 h}{4}$ എന്ന സുവിദിതമായ ജ്യാമിതീയഫോർമുല ഉപയോഗിച്ച് നമുക്ക് ഈ സിലിണ്ടറിന്റെ വ്യാപ്തം കാണാം. അത് 5 ഘന മി. മീ. ആയിരിക്കും. മൊട്ടടക്കം ഒരു മൊട്ടുസൂചിയുടെ വ്യാപ്തം 5.5 ഘനമില്ലിമീറ്ററിൽ കവിയുകയില്ല. നമുക്കിനി മുഴപ്പിലെ വെള്ളത്തിന്റെ വ്യാപ്തം കാണാം. ചപ്പകത്തിന്റെ വക്കിന്റെ വ്യാസം 9 സെ.

മീ. അഥവാ 90 മി. മീ. ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. അത്തരത്തിലുള്ള ഒരു വൃത്തത്തിന്റെ ക്ഷേത്രം ഉദ്ദേശം 6,400 ചതുരശ്രമീറ്റർമീറ്ററായിരിക്കും. മുഴപ്പിന്റെ ഉയരം ഒരു മീറ്റർമീറ്ററിലധികമില്ലെന്നു കണക്കാക്കിയാൽ അതിന്റെ വ്യാപ്തം 6,400 ഘനമീറ്റർമീറ്ററായിരിക്കും. മൊട്ടുസൂചിയുടെ വ്യാപ്തത്തിന്റെ 1,200 ഇരട്ടിയെന്നർത്ഥം. എന്നുവെച്ചാൽ ഒരു 'നിറഞ്ഞ' ചപ്പകത്തിൽ ആയിരത്തിലേറെ മൊട്ടുസൂചികൾ കൊള്ളും. വേണ്ടത്ര സൂക്ഷിച്ചാൽ ഒരായിരം സൂചികൾ ഇടാനും കഴിയും. ചപ്പകം നിറയെ സൂചികളാണെന്നു തോന്നും. ചിലതു പുറത്തേക്കു തള്ളിനിൽക്കുന്നുണ്ടെന്നുപോലും തോന്നിയേക്കാം. എങ്കിലും വെള്ളം കവിഞ്ഞൊഴുകുകയില്ല.

മണ്ണെണ്ണയുടെ പ്രത്യേകത

മണ്ണെണ്ണവിളകളെത്തു പെരുമാറിയിട്ടുള്ള ഏതൊരാൾക്കും അതു കൊണ്ട് ഓർക്കാപ്പറ്റത്തുണ്ടാവുന്ന ശല്യങ്ങൾ ഭംഗിയായിട്ടറിയാം. വിളക്കിൽ മണ്ണെണ്ണ നിറച്ച് പുറം ഭംഗിയായി തുടച്ചുവെച്ചാലും ഒരു മണിക്കൂർ കഴിഞ്ഞു നോക്കുമ്പോൾ അവിടം വീണ്ടും നനഞ്ഞിരിക്കുന്നതു കാണാം. കററം നിങ്ങളുടേതുതന്നെയാണ്. നിങ്ങൾ അടപ്പ് വേണ്ടത്ര മുറുക്കി അടച്ചുകാണുകയില്ല. ഗ്ലാസിന്മേൽ പടരാനുള്ള ശ്രമത്തിൽ മണ്ണെണ്ണ പുറത്തേക്ക് ഒലിച്ചിറങ്ങി. ഇത്തരം 'അപ്രതീക്ഷിത' സംഭവങ്ങൾ ഒഴിവാക്കാൻ അടപ്പ് മുറുക്കി അടയ്ക്കണം. പക്ഷെ അങ്ങിനെ ചെയ്യുമ്പോൾ മണ്ണെണ്ണ വക്കുവരെ നിറയാതെ നോക്കണം. ചൂടു പിടിക്കുമ്പോൾ മണ്ണെണ്ണ സാമാന്യം ഗണ്യമായി വികസിക്കുന്നു. താപനിലയിൽ 100° വർദ്ധനവുണ്ടാകുമ്പോൾ അതിന്റെ വ്യാപ്തം പത്തിലൊന്നു വർദ്ധിക്കും. അതുകൊണ്ട് വിളക്ക് പൊട്ടിത്തെറിക്കാതിരിക്കണമെങ്കിൽ മണ്ണെണ്ണയ്ക്കു വികസിക്കാൻ കറച്ചിടം ഇട്ടേക്കണം.

ഒലിച്ചിറങ്ങുകയെന്ന മണ്ണെണ്ണയുടെ സവിശേഷത, മണ്ണെണ്ണയോ പെട്രോളോ ഉപയോഗിച്ച് ഓടുന്ന കപ്പലുകളിൽ അസുഖകരങ്ങളായ അനുഭവങ്ങളുണ്ടാക്കാറുണ്ട്. വേണ്ടത്ര മുൻകരുതലുകളെടുത്തില്ലെങ്കിൽ അത്തരം കപ്പലുകളിൽ മണ്ണെണ്ണയും പെട്രോളുമൊഴികെ മറ്റൊരു ചരക്കും കൊണ്ടുപോകാൻ സാധ്യമാവാതെവരും. കാരണം, അദൃശ്യമായ വിടവുകളിലൂടെ ഒലിച്ചിറങ്ങുന്ന ഈ ദ്രാവകങ്ങൾ ഓങ്കുകളുടെ ലോഹതലങ്ങളിൽ മാത്രമല്ല എല്ലായിടത്തും വ്യാപിക്കുന്നു. യാത്രക്കാരുടെ വസ്ത്രങ്ങൾക്കുപോലും ഒരിക്കലും വിട്ടുമാറാത്ത ഒരു ഗന്ധം അനുഭവപ്പെടുന്നു.

ഈ ദോഷം നിവാരണംചെയ്യാനുള്ള ശ്രമങ്ങൾ പലപ്പോഴും നിഷ്ഫലമാണ്. മണ്ണെണ്ണയുമായി വളരെയേറെ സാദൃശ്യമുള്ള പാരഫിൻ എണ്ണയെപ്പറ്റി “ഒരു തോണിയിൽ മൂന്നു പേർ” എന്ന ഗ്രന്ഥത്തിൽ പ്രശസ്ത ബ്രിട്ടീഷ് ഹാസസാഹിത്യകാരനായ ജെറോം കെ. ജെറോം എഴുതിയതിൽ അത്ര വലിയ അതിശയോക്തി ഉണ്ടെന്നു പറയാൻ വയ്യ.

“പാരഫിൻ എണ്ണയെപ്പോലൊരു സാധനം ഉറുന്നതു് ഞാൻ കണ്ടിട്ടേയില്ല. ഞങ്ങൾ അതു് തോണിയുടെ അണിയത്താണു വച്ചിരുന്നതു്. അവിടന്നു് അതു് ഊറിയുറി അമരത്തെത്തി വഴിയ്ക്കുള്ള സർവ്വതീർപ്പും ലിപിച്ചിറങ്ങി. തോണിയാകെ വ്യാപിച്ചു. അതു് നദിയുടെ മീതെ ഊറിപ്പടർന്നു. പ്രകൃതിദൃശ്യത്തെ കതിർത്തു. അന്തരീക്ഷത്തെ വഷളാക്കി. ചിലപ്പോൾ ഒരു പടിഞ്ഞാറൻ എണ്ണക്കുറ്റത്തിന്നും. ചിലപ്പോൾ കിഴക്കൻ എണ്ണക്കുറ്റത്തിന്നുമായിരിക്കും. ഒരിക്കൽ വടക്കൻ എണ്ണക്കുറ്റത്തിന്നായിരിക്കും. മറ്റൊരിക്കൽ തെക്കൻ എണ്ണക്കുറ്റത്തിന്നായിരിക്കും. അതിന്റെ ഉത്ഭവസ്ഥാനം ആട്ടിക്കിലെ ഹിമമായാലും മരുഭൂമിയിലെ മണലായാലും അതു് പാരഫിൻ എണ്ണയുടെ പരിമളവും പേറിയാണ് ഞങ്ങളുടെ നേരെ വീശിയതു്.

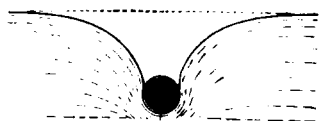
“ആ എണ്ണ ഊറിയിറങ്ങി സൂര്യാസ്തമനത്തെ മലിനപ്പെടുത്തി. ചന്ദ്രശ്ശികളുടെ കാര്യം പറയാനില്ല. അവ പാരഫിനിൽ മുങ്ങിക്കുളിച്ചിരുന്നു....

“ഞങ്ങൾ തോണി പാലത്തിനരികിൽ കെട്ടിയിട്ടിട്ടു് പട്ടണത്തിൽ നടക്കാനിറങ്ങി. എണ്ണയിൽനിന്നു രക്ഷപ്പെടാൻവേണ്ടിയാണ് ഞങ്ങളുണ്ടിനെ ചെയ്തതു്. പക്ഷെ അതു് ഞങ്ങളെ പിന്തുടർന്നു. പട്ടണമാകെ എണ്ണകൊണ്ടു നിറഞ്ഞിരുന്നു.” (സത്യത്തിൽ യാത്രക്കാരുടെ വസ്ത്രങ്ങളാണ് പാരഫിൻ എണ്ണയുടെ ഗന്ധമുതിർത്തതു്.)

മണ്ണെണ്ണ അതിരിക്കുന്ന പാത്രങ്ങളുടെ പുറവശം നനയ്ക്കുന്നതുകൊണ്ടു് അതിനു് ലോഹത്തിലൂടെയും ഗ്ലാസിലൂടെയും ഊറിയിറങ്ങാമെന്നു് ആളുകൾ തെറ്റിദ്ധരിച്ചു.

വെള്ളത്തിൽ മുങ്ങാത്ത നാണയത്തുട്ടു്

ഇതു് മുത്തശ്ശിക്കഥകളിൽ മാത്രമല്ല യഥാർത്ഥജീവിതത്തിലും കണ്ടെത്താവുന്നതാണ്. പ്രയാസമില്ലാത്ത ചില പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിയാൽ നിങ്ങൾക്കുതന്നെ ഇക്കാര്യം ബോദ്ധ്യപ്പെടും. ആദ്യം ചെറി



ചിത്രം 61. പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്ന സൂചി. മുകളിൽ: 2 മി. മീ. വണ്ണമുള്ള സൂചിയുടെ പരിക്ഷേത്രവും അതുളവാക്കുന്ന താഴ്ചയുടെ തനിരൂപവും (രണ്ടിരട്ടി വലിപ്പത്തിൽ). താഴെ: ഒരു കടലാസുതൂങ്ങിന്റെ സഹായത്തോടെ സൂചി പൊക്കിക്കിടത്താവുന്നതെങ്ങിനെ

യൊരു വസ്തുവിൽ തുടങ്ങാം.—ഉദാഹരണത്തിന് ഒരു സൂചി. ഒരു ഇരുമ്പുസൂചി പൊങ്ങിക്കിടക്കുകയെന്നത് അസാധ്യമാണെന്നു തോന്നും, അല്ലേ? എന്നാൽ യഥാർത്ഥത്തിൽ അത്ര വിഷമമുള്ള ഒരു കാര്യമല്ല അത്. നേർത്ത സിഗട്ടുകടലാസിന്റെ ഒരു തുണ്ടെടുത്തു് ഒരു ഗ്ലാസ് വെള്ളത്തിന്റെ മുകളിൽ വയ്ക്കുക. നിശ്ശേഷം ഈർപ്പമില്ലാത്ത ഒരു സൂചി കടലാസിന്റെ മീതെ വയ്ക്കുക. സിഗട്ടുകടലാസ് സൂക്ഷിച്ച് നീക്കം ചെയ്യുക. എങ്ങിനെയാണെന്നു പറയാം. മറ്റൊരു സൂചിയോ മൊട്ടുസൂചിയോ എടുത്തു് കടലാസിന്റെ നടുഭാഗത്തു് അമർത്തി മെല്ലെ വെള്ളത്തിലാഴ്ത്തുക. കടലാസ് കുതിരമ്പോൾ താണുപോകും. പക്ഷെ സൂചി പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നുണ്ടാവും (ചിത്രം 61). ഗ്ലാസിനു വെളിയിലായി ജലനിരപ്പിൽ ഒരു കാന്തം ചലിപ്പിച്ചുകൊണ്ടു് ആ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്ന സൂചിയെ വട്ടത്തിൽ കറക്കാൻ പോലും കഴിയും.

കുറച്ചൊരു പരിചയമുണ്ടെങ്കിൽ സിഗട്ടുകടലാസ് പാടേ ഒഴിവാക്കാം. സൂചി നടുക്കു പിടിച്ച്, വെള്ളത്തിനു സമാന്തരമായി വച്ച് ചെറിയ പൊക്കത്തിൽനിന്നു് ഇട്ടാൽ മതി. ഇതേ വിധത്തിൽ ഒരു മൊട്ടുസൂചിയോ (2 മില്ലിമീറ്ററിൽ കൂടുതൽ വണ്ണമുള്ളതു്) ഘനംകുറഞ്ഞ ബട്ടനോ ഏതെങ്കിലും ചെറിയ ലോഹപദാർത്ഥമോ വെള്ളത്തിൽ പൊക്കിക്കിടത്താൻ സാധിക്കും. അതിനുള്ള പരിചയം നേടിക്കഴിഞ്ഞാൽ ഒരു നാണയത്തുട്ടു് പൊക്കിക്കിടത്താൻ ശ്രമിച്ചുനോക്കുക.

നമ്മുടെ കൈയിൽനിന്നുള്ള മെഴുക്കു പററിയ ലോഹത്തിൽ വെള്ളം പിടിക്കാത്തതുകൊണ്ടാണു് ഈ ലോഹപദാർത്ഥങ്ങൾ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നതു്. പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്ന സൂചി വെള്ളത്തിന്റെ മുകൾപ്പരപ്പിൽ വരുത്തിയിരിക്കുന്ന താഴ്ചപോലും നമുക്കു കാണാൻ കഴിയും. മുകൾ

പ്പുറപ്പിലെ പാട, പൂർവ്വസ്ഥിതിയെ പ്രാപിക്കാനുള്ള ശ്രമത്തിൽ, സൂചിയെ മേലോട്ടു തള്ളുന്നു. സൂചി വിസ്ഥാപിച്ചു വെള്ളത്തിന്റെ ഭാരത്തിന് തുല്യമായ ഒരു ശക്തിയും അതിനെ മേലോട്ടു തള്ളുന്നു. സൂചിയെ വെള്ളത്തിൽ പൊക്കിക്കിടത്താനുള്ള ഏറ്റവും എളുപ്പമായ വഴി അതിൽ മഴുക്കു പുറട്ടുകയാണ്. അതു് പിന്നെ ഒരിക്കലും മുങ്ങുകയില്ല.

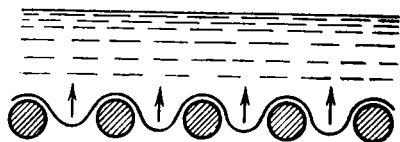
അരിപ്പയിൽ വെള്ളമെടുക്കാം.

ഇതും മുത്തശ്ശിക്കഥകളുടെ മാത്രം കത്തുകയല്ല. പ്രത്യക്ഷത്തിൽ അസാധ്യമായ ഇക്കാര്യം ചെയ്യാൻ ഭൗതികം നമ്മെ സഹായിക്കുന്നു. 15 സെന്റിമീറ്റർ വ്യാസമുള്ള, കമ്പിവലയടിച്ച ഒരു അരിപ്പ ഏകദേശം തുളകൾ തീരെ ചെറുതാവരുതു് (ഏതാണ്ടു് ഒരു മില്ലിമീറ്റർ വ്യാസം വേണം). അരിപ്പയെടുത്തു് ഉരക്കിയ പാരഫിനിൽ മുക്കുക. നേർത്തു് ഒടുക്കുകയും അടുത്തു് ഒരു പാട അതിനെ മൂടിയിരിക്കും.

അരിപ്പ ഇപ്പോഴും അരിപ്പതന്നെ. അതിൽ തുളകളുണ്ടു്. അവയിലൂടെ ഒരു മൊട്ടുസൂചിക്കു് നിർബാധം കടന്നുപോകാം. എങ്കിലും അതിലിപ്പോൾ വെള്ളമെടുക്കാൻ കഴിയും. അതും കുറച്ചൊന്നുമല്ല. വെള്ളം എഴുക്കുമ്പോൾ അരിപ്പ കടക്കാതെ ശ്രദ്ധിക്കണമെന്നു മാത്രം.

എന്തുകൊണ്ടാണു് വെള്ളം ചോർന്നുപോകാത്തതു്? പാരഫിനിൽ പിടിക്കാത്ത വെള്ളം അരിപ്പയുടെ തുളകളുടെ മീതെ നേർത്ത ഒരു പാട സൃഷ്ടിക്കുന്നു. തുളകളിലൂടെ മുഴച്ചുനിൽക്കുന്ന ഈ പാടയാണു് വെള്ളം ചോർന്നുപോകാതെ നിർത്തുന്നത് (ചിത്രം 62) . മഴുക്കു പുശിയ ഈ അരിപ്പ പൊങ്ങിക്കിടക്കുകപോലും ചെയ്യും. അരിപ്പ വെള്ളമെടുക്കാൻ മാത്രമല്ല, തോണിയായിട്ടും ഉപയോഗിക്കാമെന്നർത്ഥം.

നമ്മൾ നിത്യേന കാണുന്നതും കാരണമായാവാൻ മിനക്കടാത്തതുമായ സർവ്വസാധാരണങ്ങളായ പല സംഗതികളേയും പ്രത്യക്ഷത്തിൽ വിരോധാഭാസമായിത്തോന്നുന്ന ഈ പരീക്ഷണം വിശദമാക്കിത്തരുന്നു. വീപ്പുകളിലും വള്ളങ്ങളിലും താറടിക്കുന്നതു്, കോർക്കുകളിലും അടപ്പുകളിലും കൊഴുപ്പു പുരട്ടുന്നതു്, മേൽക്കൂരകളിൽ എണ്ണ പ്ലായമടിക്കുന്നതു്, പൊതു



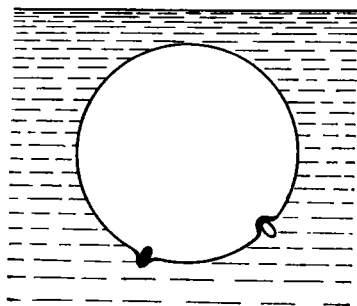
ചിത്രം 62. അരിപ്പയിൽ വെള്ളം തങ്ങിനിൽക്കുന്നതെന്തുകൊണ്ടു്

വിൽ വെള്ളം കയറരുതെന്നു നാമാഗ്രഹിക്കുന്ന സകലതിനേയും മെഴു കപ്പദാർത്ഥങ്ങൾകൊണ്ടു പുശുന്നതു്, തുണിയിൽ റബ്ബർ കലർത്തുന്ന തു്—ഇതെല്ലാം മുകളിൽ വിവരിച്ച അരിപ്പയുണ്ടാക്കുന്നതുപോലെതന്നെ യാണു്. ഇത്തരം അരിപ്പ തികച്ചും അസാധാരണമായിത്തോന്നുന്നു വെന്നേയുള്ളു.

പത എഞ്ചിനീയർമാരെ സഹായിക്കുന്നു

ഇരുമ്പുസൂചിയേയോ ചെമ്പുതുട്ടിനേയോ വെള്ളത്തിൽ പൊക്കിക്കിട്ടത്തുകയെന്ന പരീക്ഷണവുമായി ഏറെക്കുറെ സാമ്യമുള്ള ഒന്നാണു് അയിരുകളെ “പുഷ്ടിപ്പെടുത്താൻ”—അതായതു്, അവയിലുള്ള ധാതുപദാർത്ഥങ്ങളുടെ അംശം വർദ്ധിപ്പിക്കാൻ—ഖനനത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു മാർഗ്ഗം. അയിരുകളെ പുഷ്ടിപ്പെടുത്താനുള്ള പല മാർഗ്ഗങ്ങളും എഞ്ചിനീയർമാർക്കറിയാം. പക്ഷെ നാം ഇവിടെ ചർച്ചചെയ്യാൻ പോകുന്ന “പുവനവിധി” എന്നു പറയപ്പെടുന്ന മാർഗ്ഗമാണു് ഏറ്റവും നല്ലതു്. മറെറല്ലാ മാർഗ്ഗങ്ങളും അടിയറവു പറയുന്നിടത്തു് ഇതു വിജയിക്കുന്നു.

പുവനവിധി ഇപ്രകാരമാണു്. ഭംഗിയായി പൊടിച്ച അയിർ, വെള്ളവും എണ്ണമയമുള്ള സാധനങ്ങളുമടങ്ങിയ ഒരു തൊട്ടിയിലേക്കിടുന്നു. വെള്ളത്തിന്നു നന്നയ്ക്കാൻ കഴിയാത്ത ഒരു നേർത്ത പാടുകൊണ്ടു് ഈ എണ്ണമയമുള്ള സാധനങ്ങൾ ധാതുപദാർത്ഥങ്ങളെ മുടുന്നു. തൊട്ടിയിലേക്കു് വായു അടിച്ചുകയറുന്നതോടെ അസംഖ്യം കൊച്ചുകൊച്ചു കുമിളകളടങ്ങുന്ന പത രൂപംകൊള്ളുന്നു. എണ്ണമയമുള്ള ധാതുപദാർത്ഥങ്ങൾ ഈ കുമിളകളിൽ പററിച്ചേർന്നു് അവയോടൊപ്പം മേലോട്ടു പൊങ്ങുന്നു (ചിത്രം 63). വായുനിറച്ച ബലുൺ കളിവള്ളത്തെ പൊക്കുന്നതുപോലെതന്നെയാണിതു്. മെഴുക്കു പുരളാത്ത കല്ലും മണ്ണും കുമിളകളോടു പററിച്ചേരാൻ കഴിയാതെ അടിയിലേക്കു താഴുന്നു. പതയിലെ കുമിളകൾ അവ വഹിക്കുന്ന ധാതുപദാർത്ഥാംശങ്ങളേക്കാൾ വളരെ വലുതാണെന്നും അതുകൊണ്ടാണു് അവയ്ക്കു് ആ തരികളെ പൊക്കാൻ കഴിയുന്ന



ചിത്രം 63. പുവനത്തിന്റെ സാരാംശം.

തന്നും ഓർക്കണം. അങ്ങിനെ ധാതുപദാർത്ഥാംശങ്ങൾ ഏതാണ്ടു മുഴുവനായാണെ പതയിൽച്ചേർന്ന് പൊങ്ങിക്കിടക്കുകയും പത വടിച്ചെടുത്ത് നാറ്റകയും ചെയ്യുന്നു. അതിൽനിന്നു പിന്നീട് ‘‘സാഗ്രിത’’മെന്നു പറയപ്പെടുന്ന അയിർ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നു. സാധാരണ അയിരിലുള്ളതിനേക്കാൾ ഏത്രയോ ഇരട്ടി ധാതുപദാർത്ഥാംശം ഇതിലുണ്ടായിരിക്കും.

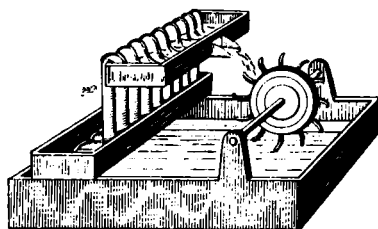
ഘവനവിധികൾ വളരെ വിശദമായി ആവിഷ്കരിച്ചിട്ടുള്ളതുകൊണ്ട് തക്കതായ റിയേജൻറുകളുടെ സഹായത്തോടെ ഏതു ധാതുപദാർത്ഥത്തെയും അയിരിൽനിന്നു വേർതിരിച്ചെടുക്കാൻ കഴിയും.

സിദ്ധാന്തമല്ല, വെറുമൊരു യാദൃച്ഛികസംഭവമാണ്, ഘവനവിധികൾ വഴിതെളിച്ചതെന്നുകൂടി പറഞ്ഞുകൊള്ളട്ടെ. കഴിഞ്ഞ നൂറ്റാണ്ടുവ സാനത്തിൽ കാരി എവേഴ്സൺ എന്ന അമേരിക്കൻ സ്തുളധ്യാപിക ഒരു ദിവസം കോപ്പർപൈറൈറ്റുകൾ വച്ചിരുന്ന മെഴുക്കുമയമുള്ള ചാക്കുകൾ കഴുകുകയായിരുന്നു. ചാക്കുകളിൽ അവശേഷിച്ചിരുന്ന പൈറൈറ്റ് താരികൾ സോപ്പപതയോടൊപ്പം പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നത് അവർ കണ്ടു. അങ്ങിനെയാണ് ഘവനവിധി ജന്മമെടുത്തത്.

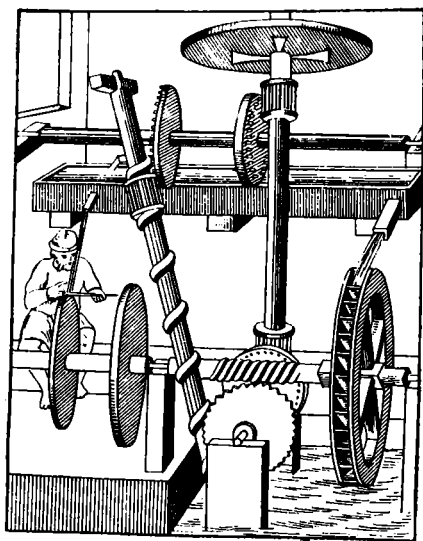
വ്യാജമായ ‘‘നിലയ്ക്കാത്ത’’ യന്ത്രം

ചിലപ്പോൾ, യഥാർത്ഥത്തിൽ ‘‘നിലയ്ക്കാത്ത’’ യന്ത്രമെന്നും പറഞ്ഞു് ഇങ്ങനെയൊരേണ്ണം പുസ്തകങ്ങളിൽ വിവരിച്ചുകാണാം (ചിത്രം 64). ഒരു പാത്രത്തിൽ വച്ചിട്ടുള്ള എണ്ണ (അല്ലെങ്കിൽ വെള്ളം) തിരികൾവഴി ആദ്യം ഒരു പാത്രത്തിലേക്കും അവിടന്ന് വേറെ തിരികൾ വഴി കറേക്കൂടി ഉയരത്തിലുള്ള മറ്റൊരു പാത്രത്തിലേക്കും കയറിപ്പോകുന്നു. മുകളിലത്തെ പാത്രത്തിലെ ഓവിൽക്കൂടി എണ്ണ ഒരു തുഴച്ചക്രത്തിലേക്കു വീണ് അതിനെ തിരിക്കുന്നു. അടിയിലത്തെ പാത്രത്തിൽനിന്ന് എണ്ണ വീണ്ടും തിരികൾവഴി മേലോട്ടു പോകുന്നു. അങ്ങിനെ എണ്ണ സദാ പാത്രത്തിലേക്കു വീണുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ചക്രം സദാ തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

ഈ യന്ത്രത്തെ വർണ്ണിച്ച ആമുഖം അതൊന്നു നിമ്മിക്കാൻ



ചിത്രം 64. നിലവിലില്ലാത്ത ‘‘നിലയ്ക്കാത്ത’’ ചക്രം



ചിത്രം 65. അരകല്ലു തിരിക്കാൻവേണ്ടി വെള്ളംകൊണ്ടു നടത്തുന്ന ഒരു "നിലയ്ക്കാത്ത" യന്ത്രത്തിന്റെ പ്രാചീനപദ്ധതി

മിനക്കെട്ടിരുന്നെങ്കിൽ, ചക്രം തിരിക്കുന്നതു പോയിട്ട് ഒരൊറ്റ തുള്ളി എണ്ണപോലും മുക്കളിലത്തെ പാത്രത്തിൽ എത്തുകതന്നെയില്ലെന്നു മനസ്സിലാക്കിയേനെ. ഇതു മനസ്സിലാക്കാൻ ആ യന്ത്രം ഉണ്ടാക്കേണ്ടയാവശ്യമില്ലതാനും. തിരിയുടെ മുക്കളിലത്തെ വളഞ്ഞ അറ്റത്തുകൂടി എണ്ണ പുറത്തേക്കു വീഴുമെന്ന് കണ്ടു പിടത്തക്കാരൻ എങ്ങിനെ തീരുമാനിച്ചു? ഗുരുത്വബലത്തേക്കാൾ കവിഞ്ഞ കാപ്പിലറിബലങ്ങൾ എണ്ണയെ തിരിയിലൂടെ മേലോട്ടുയർത്തുമെന്നതു ശരിയാണ്. എന്നാൽ തിരിയുടെ സുഷിരങ്ങളിൽനിന്ന് എണ്ണ ഊറിപ്പോകാതെ തടഞ്ഞുനിർത്തുന്നതും ഇതേ ബലങ്ങളാണ്.

ഇനി അഥവാ കാപ്പിലറിബലങ്ങൾമൂലം എണ്ണ മുക്കളിലത്തെ പാത്രത്തിലെത്തുമെന്ന് ഒരു നിമിഷം സങ്കല്പിച്ചാൽത്തന്നെ എണ്ണയെ മുക്കളിലേക്കു കയറിയ അതേ തിരികൾ അതിനെ താഴത്തെ പാത്രത്തിലേക്കു ഇറക്കുമെന്നും കരുതണം.

മുക്കളിൽ വിവരിച്ചതിനോടു് കറേ സാമ്യമുള്ള ഒരു യന്ത്രം 1575-ൽ ഇറാലിക്കാരനായ സ്രൂട എന്ന മെക്കാനിക്ക് കണ്ടുപിടിച്ചു. വെള്ളം കൊണ്ടു പ്രവർത്തിക്കുന്നതാണ് അതു്. ഈ രസകരമായ യന്ത്രമാണ് ചിത്രം 65-ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതു്. തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു ആർക്കിമെഡീസ് പീരിയാണി താഴത്തെ ടാങ്കിലുള്ള വെള്ളത്തെ മുക്കളിലത്തെ തൊട്ടിയിലേക്കു കയറ്റുന്നു. അവിടന്ന് അതു് ഒരു ഓവുവഴി താഴത്തെ ടാങ്കിൽ സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്ന ചക്രത്തിന്റെ തൂഴകളിൽ വീഴുന്നു (ചിത്രത്തിന്റെ താഴെ വലത്തേ കോണിൽ കാണുന്നതാണ് ചക്രം). ഈ ചക്രം ഒരു അരകല്ലിനെ തിരിക്കുകയും അതേസമയത്തു് ഏതാനും പൽച്ചക്രങ്ങൾവഴി ആർക്കിമെഡീസ് പീരിയാണിയെ—മുക്കളിലേക്കു വെള്ളം കയറ്റുന്ന അതേ പീരിയാണിയെ—പ്രവർ

ത്തിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ പിരിയാണി ചക്രത്തെ തിരിക്കുന്നു. ചക്രം പിരിയാണിയെ തിരിക്കുന്നു! ഇതു സാധ്യമാണെങ്കിൽ അതിനേക്കാൾ എത്രയോ എളുപ്പമാണ് ഒരു കപ്പിയിൽ കയറിട്ട് രണ്ടരത്തും തുല്യഭാരമുള്ള കട്ടികൾ കെട്ടിത്തൂക്കുകയെന്നത്. ഒരു കട്ടി താഴ്വോൾ, മറേറതുപൊങ്ങും. അതു താഴ്വോൾ ആദ്യത്തെ കട്ടി പൊങ്ങും. എന്താ? “നിലയ്ക്കാത്ത” യന്ത്രമല്ലേ?

സോപ്പുകമിളകൾ ഊതിവിടൽ

നിങ്ങൾക്ക് സോപ്പുകമിളകൾ ഊതിവിടാൻ അറിയാമോ? വിചാരിക്കുംപോലെ എളുപ്പമല്ല അത്. അതിൽ വലിയ കാര്യമില്ലെന്ന് ഞാൻ ആദ്യമൊക്കെ ധരിച്ചുവെച്ചിരുന്നു. സുന്ദരമായ വലിയ സോപ്പുകമിളകൾ ഊതിപ്പറപ്പിക്കാനുള്ള കഴിവ് ഒരു കലതന്നെയാണെന്നും അതിന് കറിയൊക്കെ പരിചയമാവശ്യമാണെന്നും പിന്നീടാണ് എനിക്കു മനസ്സിലായത്. എന്നാൽ സോപ്പുകമിളകൾ ഊതിവിടുകയെന്നതുപോലെ പ്രത്യക്ഷത്തിൽ നിരർത്ഥകമായ ഒരു കാര്യം പഠിച്ചിട്ടെന്തുവേണം? സോപ്പുകമിളയെന്ന പ്രയോഗത്തിനുതന്നെ ഒരു നല്ല ധ്വനി യല്ല ഉള്ളത്. എന്നാൽ ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ അഭിപ്രായം മറ്റൊന്നാണ്. “ഒരു സോപ്പുകമിള ഊതിവിട്ടിട്ട് അതിനെ നിരീക്ഷിക്കുക,” കെൽവിൻ എന്ന വിശ്രുതബ്രിട്ടീഷ് ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ പറഞ്ഞു. “ആയുസ്സാലപാനത്തിന് അതു വകനൽകുന്നു. ഭൗതികത്തിലെ എത്രയോ പാഠങ്ങൾ അതിൽനിന്നു പഠിക്കാൻ കഴിയും.”

സോപ്പുകമിളയുടെ അതിലോലമായ പാടയിലെ അതുളതകരമായ വർണ്ണഭീഷ്മിയിൽനിന്നും ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ പ്രകാശതരംഗങ്ങളുടെ ദൈർഘ്യമളക്കുന്നു. ആ പാടയുടെ വലിവിനെക്കുറിച്ചുള്ള പാഠം കണങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ബലങ്ങളുടെ അന്യോന്യപ്രവർത്തനത്തെക്കുറിച്ചുള്ള നിയമങ്ങൾ ആവിഷ്കരിക്കുന്നതിനു സഹായകമാകുന്നു. ഈ സംശ്ലേഷണബലങ്ങളില്ലെങ്കിൽ ലോകം പൊടിസ്തോമാകും.

താഴെ വിവരിക്കുന്ന ചുരുക്കം പരീക്ഷണങ്ങൾക്ക് ഈ ഗൗരവതരമായ ലക്ഷ്യങ്ങളൊന്നുമില്ല. വിജ്ഞാനപ്രദമായ നേരമ്പോക്കിനുവേണ്ടിയും സോപ്പുകമിളകൾ എങ്ങിനെ ഊതിവിടണമെന്നു പഠിപ്പിക്കാൻ വേണ്ടിയും മാത്രമാണ് അവ ഉദ്ദേശിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളത്. “സോപ്പുകമിളകളും അവയെ രൂപപ്പെടുത്തുന്ന ബലങ്ങളും” എന്ന ഗ്രന്ഥത്തിൽ ബ്രിട്ടീഷ് ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞനായ ചാൾസ് ബോയ്സ്, ഈ കമിളകളെപ്പറ്റി നടത്താവുന്ന അനേകം പരീക്ഷണങ്ങളെ ദീർഘമായി വി

വരിക്കുന്നുണ്ട്. അവയിൽ താല്പര്യമുള്ളവർ ആ ഒന്നാത്തരം പുസ്തകം വായിക്കണമെന്നു ഞാൻ ശുപാർശചെയ്യുന്നു.

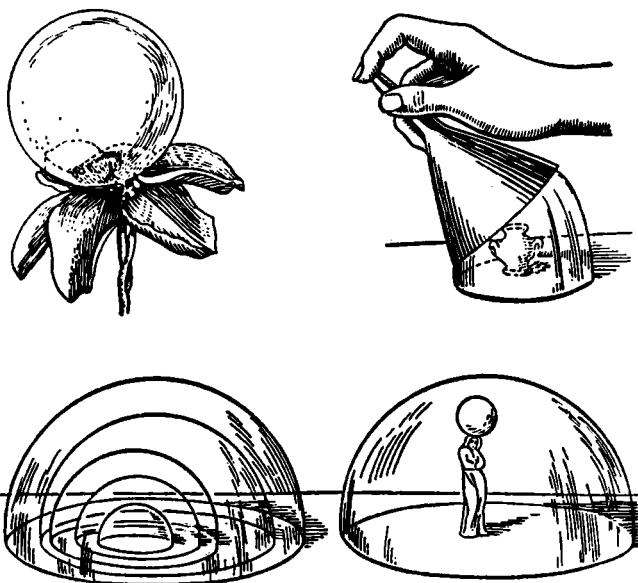
അങ്ങേയറ്റം ലളിതമായ ചുരുക്കംചില പരീക്ഷണങ്ങളാണ് താഴെക്കാട്ടുവരുന്നത്. തുണിയലക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന സാധാരണ സോപ്പ് മതിയാകും. കളിസോപ്പ് അത്രയും പറ്റിയില്ല. ശുദ്ധമായ ഒലിവെണ്ണയിൽനിന്നോ ബദാമെണ്ണയിൽനിന്നോ നിർമ്മിച്ച സോപ്പും ഉപയോഗിക്കാം. മനോഹരങ്ങളായ വലിയ കമിളകൾ കിട്ടാൻ ഏറ്റവും നല്ലത് അതാണ്. ഒരു സോപ്പുകട്ടയെടുത്ത് ശുദ്ധമായ തണുത്ത വെള്ളത്തിൽ അലിയിച്ച് സാമാന്യം കട്ടിയുള്ള പത വരുത്തുക. ശുദ്ധമായ മഴവെള്ളമോ ഉരുകിയ മഞ്ഞാ ആണ് ഏറ്റവും നല്ലത്. എങ്കിലും തിളപ്പിച്ച് ആറിച്ച വെള്ളവും ഉപയോഗിക്കാം. കമിളകൾ കൂടുതൽ സമയം പൊട്ടാതെ നിൽക്കാൻവേണ്ടി മൂന്നിലൊരംശം ഗ്ലിസറീൻകൂടി പതയിൽ ചേർക്കുന്നതു നന്നായിരിക്കുമെന്നു പ്ലാറോ നിർദ്ദേശിക്കുന്നു. നരയും കൊച്ചുകൊച്ചുകമിളകളും ഒരു കരണ്ടികൊണ്ട് വടിച്ചുമാറിയശേഷം വണ്ണകറഞ്ഞ ഒരു കളിമൺകുഴൽ പതയിലാഴ്ത്തുക. അങ്ങിനെ ചെയ്യുന്നതിനു മുമ്പ് കുഴലിന്റെ അറ്റത്തു്—അകമേയും പുറമേയും—സോപ്പ് പുരട്ടിയിരിക്കണം. കീഴറ്റം നെടുകെ നാലായിക്കീറിയ, 10 സെന്റിമീറ്ററോളം നീളംവരുന്ന വയ്ക്കോലും ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്.

ഇനി കമിള ഊതേണ്ടതു് എങ്ങിനെയാണെന്നു പറയാം. അറ്റം പാടുകൊണ്ടു മുടത്തക്കവണ്ണം കുഴൽ പതയിൽ മുക്കി കത്തനെ പിടിക്കണം. എന്നിട്ട് മെല്ലെ മറേറ അറ്റത്തു് ഊതണം. മുറിയിലെ വായുവിനേക്കാൾ ഭാരംകറഞ്ഞ, നമ്മുടെ ശ്വാസകോശത്തിൽനിന്നുള്ള വായു കമിളയിൽ വന്നു നിറഞ്ഞയുടനെ അതു് മേലോട്ടുയരുന്നു.

പത്തു സെന്റിമീറ്റർ വ്യാസം വരുന്ന കമിളകൾ ലഭിച്ചാൽ സൊല്യൂഷൻ പാകമാണെന്നർത്ഥം. അതല്ലെങ്കിൽ കുറച്ചുകൂടി സോപ്പ് ചേർത്തു് ആ വലിപ്പത്തിലുള്ള കമിളകൾ ഊതിവിടാൻ കഴിയണം. ഇതുകൊണ്ടു്മായില്ല. നിങ്ങൾ മറ്റൊരു പരീക്ഷണംകൂടി നടത്തണം. കമിള വന്നശേഷം നിങ്ങൾ പതയിൽ വിരൽ മുക്കിയിട്ട് കമിളയിൽ കത്തണം. അതു് പൊട്ടിയില്ലെങ്കിൽ പരീക്ഷണങ്ങൾ തുടങ്ങാം. പൊട്ടിയാൽ കുറച്ചുകൂടി സോപ്പ് ചേർക്കണം. മെല്ലെ, സൂക്ഷിച്ച്, ബദ്ധപ്പെടാതെ വേണം പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്താൻ. മുറിയിൽ നല്ല വെളിച്ചമുണ്ടായിരിക്കണം. അല്ലെങ്കിൽ ശരിയായ വർണ്ണദീപ്തി കിട്ടുകയില്ല. ഇനി നമുക്ക് പരീക്ഷണങ്ങൾ തുടങ്ങാം.

1) കമിളയ്ക്കുള്ളിൽ പൂവ്. സോപ്പുപതമുന്ന് മില്ലിമീറ്റർ കനത്തിൽ ഒരു പിഞ്ഞാണത്തിലോ തട്ടത്തിലോ ഒഴിക്കുക. ഒരു പൂവോ ചെറി

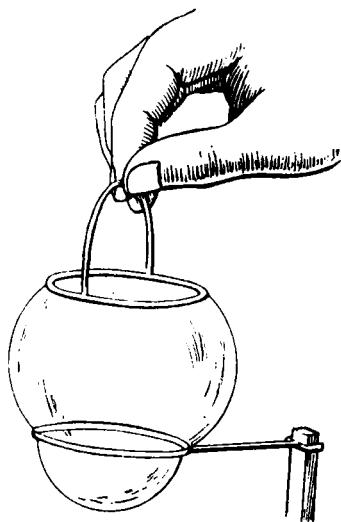
യൊരു പുച്ചട്ടിയോ അതിന്റെ നടുക്കു വച്ചിട്ട് ഒരു സ്തംഭികചോർപ്പുകൊണ്ടു മുടക. ചോർപ്പു മെല്ലെ പൊക്കുകയും അതേ സമയം അതിന്റെ വാലിൽക്കൂടി ഊതി കമിള വരുത്തുകയും ചെയ്യുക. കമിളയ്ക്കു വേണ്ടത്ര വലിപ്പമായിക്കഴിഞ്ഞാൽ ചോർപ്പു ചെരിച്ചുപിടിച്ച് വലിച്ചെടുത്തിട്ട് (ചിത്രം 66) കമിളയെ മോചിപ്പിക്കുക. നമ്മുടെ പൂവ്, അല്ലെങ്കിൽ പുച്ചട്ടി, സുതാര്യവും വർണ്ണഭിഷ്ഠവുമായ, അർദ്ധവൃത്താകൃതിയിലുള്ള, ഒരു സോപ്പുകമിളയ്ക്കുള്ളിലായിരിക്കും. പുവിനു പകരം ഒരു പ്രതിമ



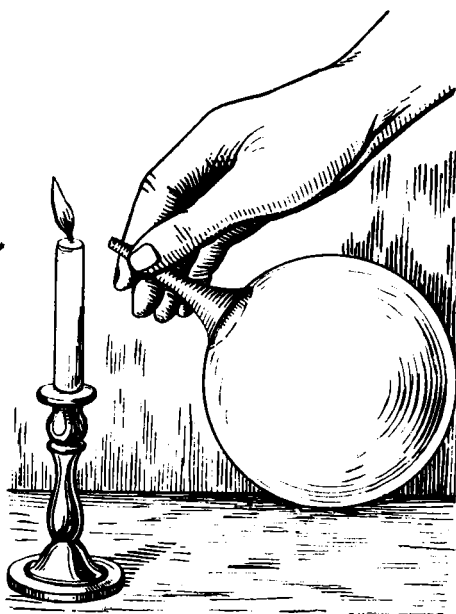
ചിത്രം 66. സോപ്പുകമിളകൾക്കൊണ്ടുള്ള പലവിധ പരീക്ഷണങ്ങൾ: പുവിന്മേൽ കമിള; കമിളയ്ക്കുള്ളിൽ പുച്ചട്ടി; കമിളകൾ ഒന്നിനൊന്നുകയ്ക്ക്; കമിളയ്ക്കു ഞ്ഞെ പ്രതിമയുടെ തലയിന്മേൽ മററൊരു കമിള

വച്ച് അതിന് ചെറിയൊരു സോപ്പുകമിളകൊണ്ടൊരു കിരീടവും ചാത്താൻ കഴിയും (ചിത്രം 66). ചെറിയ കമിള വരുത്താൻ, വലിയ കമിള ഊതുന്നതിനുവ്യതന്നെ സ്വല്പം പത പ്രതിമയുടെ മുകളിൽ നിക്ഷേപിച്ചിരിക്കണം. വലിയ കമിള കഴൽകൊണ്ടു തുളച്ചിട്ട് അകത്തു ചെറിയ കമിള ഊതിവരുത്തുക.

2) ഒന്നിനൊന്നുകത്തായി ഏതാനും കമിളകൾ (ചിത്രം 66). മുൻപരിക്ഷണത്തിലെപ്പോലെതന്നെ ചോർപ്പുകൊണ്ട് വലിയൊരു കമിള വരുത്തുക. ഒരു വയ്ക്കോൽക്കുഴലെടുത്ത്, ഊതുന്ന അറ്റമൊഴികെ ബാക്കി ഭാഗം മുഴുവനും സോപ്പുപതയിൽ മുക്കുക. ആദ്യത്തെ കമിളമെല്ലെ തുളച്ച് നടുവിലോട്ട് കഴലിറക്കുക. അതു വീണ്ടും മുകളിലോട്ടു വലിക്കുക (പുറത്തേക്കെടുക്കുന്നത്). ആദ്യത്തേതിനുള്ളിൽ രണ്ടാമത്തെ കമിള ഊതി വരുത്തുക. ഇതേ വിധത്തിൽ മൂന്നാമതും നാലാമതും മറ്റും ഒന്നിനൊന്നുകത്തായി വരുത്താൻ കഴിയും.



ചിത്രം 67. സോപ്പുകമിളകൊണ്ട് സിലിണ്ടറുണ്ടാക്കേണ്ടതെങ്ങിനെ



ചിത്രം 68. സോപ്പുകമിളയുടെ ഭിത്തികൾ തള്ളിവിടുന്ന വായു മെഴുകുതിരിനാളത്തെ വിറപ്പിക്കുന്നു

3) സിലിണ്ടർരൂപത്തിലുള്ള കമിള (ചിത്രം 67). ഇതിന് രണ്ടു കമ്പിവളയങ്ങൾ വേണം. ഒരു സാധാരണ ഉരുണ്ട കമിള ഒരു വളയത്തിൽ ഊതിപ്പിടിപ്പിക്കുക. രണ്ടാമത്തെ വളയം നന്നച്ചെടുത്ത് കമിളയുടെ മുകളിൽ വച്ചിട്ട് പൊക്കുക. കുറെ പൊക്കിക്കഴിയുമ്പോൾ കമിള സിലിണ്ടർരൂപത്തിലാകും. മുകളിലത്തെ വളയത്തെ അതിന്റെ ചുറ്റളവിനേ

കാല ഉയരത്തിൽ പൊക്കകയാണെങ്കിൽ, സിലിണ്ടറിന്റെ ഒരു പകുതി ചുരുങ്ങുകയും മററ പകുതി വീർക്കുകയും ചെയ്ത് ഒടുവിൽ കമിള രണ്ടായി പകുക്കുമെന്ന് ഓർക്കണം.

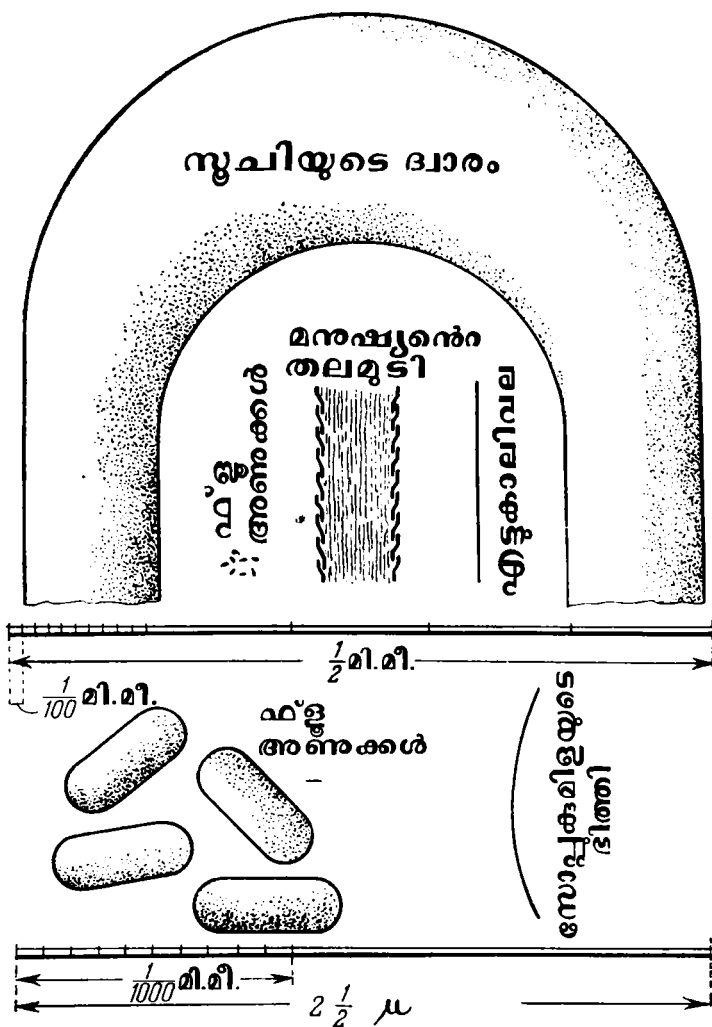
സഭാ വലിഞ്ഞുനിൽക്കുന്ന സോപ്പുകമിളയുടെ പാട അതിനുള്ളിലെ വായുവിനെ ഞെക്കുന്നു. ചോർപ്പിന്റെ വാലറം ഒരു മെഴുകുതിരിയുടെ തീനാളത്തിന്റെ നേരെ പിടിച്ചാൽ, അതിലോലമായ ഈ പാട വിചാരിക്കുംപോലെ ദുർബ്ബലമല്ലെന്ന് ബോദ്ധ്യമാകും. തീനാളം പ്രകടമായിത്തന്നെ വിറയ്ക്കുന്നത് കാണാം. (ചിത്രം 68).

ഒരു കമിള ചൂടുള്ള മുറിയിൽനിന്ന് തണുത്ത മുറിയിലേക്കു കടക്കുന്നത് ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടോ? അത് പ്രത്യക്ഷമായിത്തന്നെ ചുരുങ്ങുന്നു. മറിച്ചു, തണുത്ത മുറിയിൽനിന്നു ചൂടുള്ള മുറിയിലേക്കാണ് കടക്കുന്നതെങ്കിൽ അതു വികസിക്കും. സ്വാഭാവികമായും ഇത് കമിളയ്ക്കുക്കത്തു വായു വികസിക്കുന്നതിനേയും ചുരുങ്ങുന്നതിനേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. - 15 ഡിഗ്രി സെന്റിഗ്രേഡ് തണുപ്പുള്ള മുറിയിൽ 1,000 ഘന സെന്റിമീറ്റർ വലിപ്പമുള്ള ഒരു കമിള ഊതിവിടുകയും അതിനെ + 15 ഡിഗ്രി സെന്റിഗ്രേഡ് ചൂടുള്ള ഒരു മുറിയിലേക്കു കടത്തുകയും ചെയ്താൽ അതിന്റെ വ്യാപ്തം ഉദ്ദേശം 110 ഘന സെന്റിമീറ്റർ $\left(1,000 \times 30 \times \frac{1}{273}\right)$ വർദ്ധിക്കുന്നതാണ്.

സോപ്പുകമിളയ്ക്ക് എല്ലായ്പ്പോഴും നമ്മൾ വിചാരിക്കുന്നത്ര ഹ്രസ്വാവസ്ഥ ഉള്ളതെന്നോർക്കണം. സൂക്ഷിച്ചു കൈകാര്യംചെയ്താൽ പത്തും അതിലേറെയും ദിവസങ്ങൾവരെ അതു പൊട്ടാതെവയ്ക്കാൻ കഴിയും. വായുവിന്റെ ദ്രവീകരണത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനത്തിനു പേരെടുത്ത ഡ്യൂ വർ എന്ന ബ്രിട്ടീഷ് ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ, പൊടിയും ഉണക്കും നടുക്കുറുമൊന്നുമേശാത്ത പ്രത്യേക കുപ്പികളിൽ കമിളകൾ സൂക്ഷിക്കുകയും അവയിൽ ചിലത് ഒരു മാസവും അതിൽക്കൂടുതലും കാലത്തേക്ക് പൊട്ടാതെവയ്ക്കുകയും ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. അമേരിക്കയിലുള്ള ലോറൻസാകട്ടെ, സോപ്പുകമിളകളെ ബെൽഗ്രാസിനടിയിൽ വർഷങ്ങളോളംതന്നെ സൂക്ഷിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ഏറ്റവും നേർത്തത്

വെറുംകണ്ണുകൊണ്ടു കാണാവുന്നതിൽവെച്ച് ഏറ്റവും നേർത്ത പദാർത്ഥങ്ങളിലൊന്നാണ് സോപ്പുകമിളയുടെ പാടയെന്ന് അധികം പേരും അറിഞ്ഞിരിക്കില്ല. നേർത്തയെക്കുറിക്കുന്നതിനു നാം സാധാരണ നാരതമ്യപ്പെടുത്തുന്ന സാധനങ്ങൾ സോപ്പുകമിളയുടെ പാടയെ അപേക്ഷി



ചിത്രം 69. മുകളിൽ: സൂചിയുടെ ഭാരം, മനുഷ്യന്റെ തലമുടി, രോഗാണുക്കൾ, ചിലന്തിവല എന്നിവ 200 ഇരട്ടി വലുതായി കാണുമ്പോൾ. താഴെ: രോഗാണുക്കളും സോപ്പുകമിളയുടെ ഭിത്തിയും 40,000 ഇരട്ടി വലുതാക്കുമ്പോൾ

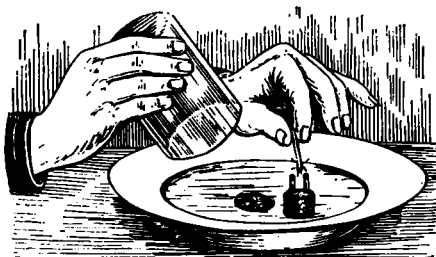
പ്പ് വളരെ കട്ടിയുള്ളവയാണ്. “മുടിനാരിഴപോലെ നേർത്തത്” എന്നു പറയാറുണ്ടല്ലോ. എന്നാൽ മുടിനാരിന്റെ അയ്യായിരത്തിലൊരം ശം കട്ടിയേയുള്ള സോപ്പുകമിളയുടെ ഭിത്തിക്ക്. മനുഷ്യന്റെ മുടിക്ക് 200 മടങ്ങ് പെരുപ്പിച്ചാൽ ഒരു സെന്റിമീറ്ററോളം കട്ടിവരും. സോപ്പുകമിളയുടെ പാട് നടുവെ മുറിച്ച് അത്രതന്നെ മടങ്ങ് പെരുപ്പിച്ചാൽ നമുക്കതിനെ കാണാൻപോലും കഴിയുകയില്ല. ഇരുനൂറു മടങ്ങുകൂടി പെരുപ്പിച്ചാലേ ഒരു നേർത്ത വരയായി അതിനെ കാണാൻ കഴിയൂ. ഒരു മുടിയിഴയെ അത്രയും പെരുപ്പിച്ചാൽ (അതായത്, 40,000 മടങ്ങ്!) അതിന് രണ്ടു മീറ്ററിലധികം വണ്ണം കാണും. ചിത്രം 69-ൽ നോക്കിയാൽ ഇതു മനസ്സിലാക്കാം.

വെള്ളം തൊടാതെ വെള്ളത്തിൽനിന്ന്

ഒരു വലിയ പിത്താണത്തിൽ ഒരു തുട്ടു വച്ചിട്ട് അതു മുടാൻമാത്രം ആവശ്യമായ വെള്ളമൊഴിക്കുക. കൈ നനയ്ക്കാതെ തുട്ടെടുക്കാമോയെന്ന് സ്നേഹിതരോടു ചോദിക്കുക. സാധ്യമല്ലെന്നു തോന്നും, അല്ലേ?

എന്നാൽ ഒരു ഗ്ലാസും കുറച്ചു കടലാസുമുണ്ടെങ്കിൽ അത് എളുപ്പം സാധിക്കാവുന്നതേയുള്ളൂ. കടലാസിൽ തീകൊളുത്തുക. കത്തുന്ന കടലാസ് ഗ്ലാസിനകത്തിട്ട് ഉടൻതന്നെ ഗ്ലാസ് പിത്താണത്തിലേക്കു കമഴ്ത്തുക. തീ കെട്ടുപോകുന്നു. ഗ്ലാസിനുള്ളിൽ വെളുത്ത പുക നിറയുന്നു. പിത്താണത്തിലെ വെള്ളം മുഴുവനും അതിന്റെ ചുവട്ടിലേക്ക് ഒഴുകിക്കയറുന്നു. തുട്ട് കിടന്നിരുന്നിടത്തുതന്നെ കിടക്കും. അല്പസമയം കഴിഞ്ഞു, തുട്ടിലെ വെള്ളം ഉണങ്ങുമ്പോൾ അത് പുറത്തെടുക്കാം—കൈ നനയ്ക്കാതെതന്നെ.

വെള്ളത്തെ ഗ്ലാസിനുള്ളിലേക്കു വലിച്ചെടുത്തതും ഒരു നിശ്ചിത ഉയരത്തിൽ അതിനെ നിറുത്തിയതും ഏതു ശക്തിയാണ്? വായുമണ്ഡലമത്. കത്തുന്ന കടലാസ് ഗ്ലാസിനകത്തെ വായുവിനെ ചൂടാക്കുകയും അതിന്റെ മർദ്ദത്തെ



വർദ്ധിപ്പിക്കുകയും ചെയ്തു ചിത്രം 70. വിരൽ നനയ്ക്കാതെ തുട്ടെടുക്കേണ്ടതെങ്ങിനെ

ഒരംശം പുറത്തേക്കു പോയി. തീയ്യ് അണഞ്ഞു വായു വീണ്ടും തണുത്തപ്പോൾ അതിന്റെ മർദ്ദം കുറഞ്ഞു. ഗ്ലാസിനു പുറത്തുള്ള വായുവിന്റെ മർദ്ദംമൂലം വെള്ളം ഗ്ലാസിനകത്തേക്ക് തള്ളിക്കയറി. കടലാസിനു പകരം ചിത്രം 70-ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ കോർക്കിൽ തറച്ച തീപ്പെട്ടിക്കോലുകളും ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്.

വളരെ പഴക്കംചെന്ന ഈ പരീക്ഷണത്തിന് ഒരു തെറ്റായ വ്യാഖ്യാനം നൽകാറുണ്ട് (ക്രി. മു. ഒന്നാം നൂറ്റാണ്ടോടടുപ്പിച്ച് ബിസാന്തിയയിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന ഫിലോ എന്ന ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് ഈ പരീക്ഷണത്തെ ആദ്യമായി വിവരിച്ചതും ശരിയായി വ്യാഖ്യാനിച്ചതും). “ഓക്സിജൻ കത്തിത്തീരുകയും” അങ്ങിനെ ഗ്ലാസിനകത്തെ വാതകത്തിൽ കുറവുവരികയും ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടാണ് വെള്ളം അതിനകത്തേക്കു തള്ളിക്കയറുന്നതെന്നു ചിലർ പറയാറുണ്ട്. ഇതു തികച്ചും തെറ്റാണ്. വായു ചൂടാകുന്നതുകൊണ്ടാണ്, കത്തുന്ന കടലാസ് ഓക്സിജൻ വലിച്ചെടുക്കുന്നതുകൊണ്ടല്ല, വെള്ളം ഗ്ലാസിനകത്തേക്ക് ഒഴുകുന്നത്. ഈ പ്രസ്താവം ശരിയാണോയെന്നു പരീക്ഷിക്കാൻ ഒരു വഴിയുണ്ട്. കടലാസ് കത്തിക്കുന്നതിനു പകരം തിളച്ച വെള്ളമൊഴിച്ചു ഗ്ലാസ് ചൂടാക്കാവുന്നതാണ്. തന്നെയല്ല, കടലാസിനു പകരം സ്റ്റിരിട്ടിൽ മുക്കിയ പഞ്ഞിയാണു കത്തിക്കുന്നതെങ്കിൽ അതു കൂടുതൽ സമയം കത്തുകയും വായുവിനെ കൂടുതൽ ചൂടാക്കുകയും വെള്ളം ഗ്ലാസിന്റെ പാതിയോളംവരെ ഉയരുകയും ചെയ്യും. വ്യാപ്തത്തിൽ ഓക്സിജൻ ഗ്ലാസിലെ വായുവിന്റെ അഞ്ചിലൊന്നു വരൂ എന്നോർക്കണം. മാത്രമല്ല, കാർബൺഡയോക്സൈഡും ജലബാഷ്പവും, “വലിച്ചെടുക്കപ്പെട്ട” ഓക്സിജന്റെ സ്ഥാനമെടുക്കുന്നു. ആദ്യത്തേതു് വെള്ളത്തിൽ അലിഞ്ഞുചേരമെങ്കിൽത്തന്നെ ജലബാഷ്പം ഓക്സിജന്റെ ഒരംശത്തിന്റെ സ്ഥാനമെടുത്തുകൊണ്ടു് അവശേഷിക്കുന്നു.

നമ്മൾ കടിക്കുന്നതെങ്ങിനെ?

ഇതിൽ ആലോചിക്കാതെക്കിടന്നുപോകരുത്? തീർച്ചയായും ഉണ്ട്. നമ്മൾ ദ്രാവകമടങ്ങുന്ന ഗ്ലാസോ സ്കൂണോ വായിൽ മുട്ടിച്ചിട്ടു് വലിച്ചു കടിക്കുന്നു. ലളിതവും സുപരിചിതവുമായ ഇക്കാര്യമാണ് വിശദീകരിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നത്. എന്തുകൊണ്ടാണ് ദ്രാവകം വായിലേക്കു കയറുന്നത്? എന്താണ് അതിനെ അങ്ങോട്ടു തള്ളിവിടുന്നത്? നമ്മൾ കടിക്കുമ്പോൾ നമ്മുടെ നെഞ്ചു് വികസിക്കുകയും അങ്ങിനെ വായ്ക്കുതെ വായുവിന്റെ മർദ്ദം കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. പുറത്തെ വായുവിന്റെ

മർദ്ദം ദ്രാവകത്തെ കുറഞ്ഞ മർദ്ദമുള്ള ഇടത്തേക്കു തള്ളുന്നു. അങ്ങിനെയാണത്രെ വായിൽ കടക്കുന്നത്. പരസ്പരപ്രവേശമുള്ള പാത്രങ്ങളിലെ ദ്രാവകങ്ങൾക്കും, അവയിലൊന്നിലെ ദ്രാവകത്തിന്റെ മീതെയുള്ള വായുവിനെ നേർപ്പിച്ചാൽ ഇതുതന്നെയാണു സംഭവിക്കുക. വായുമണ്ഡലമർദ്ദംമൂലം ആ പാത്രത്തിലെ ദ്രാവകം മേലോട്ടുയരും. ഒരു കപ്പിയുടെ വായിൽ ചുണ്ടുകൾ ചേർത്തുപിടിച്ചാൽ അതിലെ വെള്ളം വലിച്ചുകുടിക്കാൻ കഴിയുകയില്ല. കാരണം, വായ്ക്കുകത്തെ വായുവിന്റേയും വെള്ളത്തിനു മീതെയുള്ള വായുവിന്റേയും മർദ്ദം ഒന്നായിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് കൃത്യമായിപ്പറഞ്ഞാൽ നമ്മൾ വാകൊണ്ടു മാത്രമല്ല, ശ്വാസകോശങ്ങളുപയോഗിച്ചുകൂടിയാണ്, കുടിക്കുന്നത്. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ അവയുടെ വികസനം മൂലമാണ് ദ്രാവകം വായ്ക്കുകത്തേക്കു തള്ളിക്കയറിവരുന്നത്.

ഏറ്റവും നല്ല ചോർപ്പ്

ചോർപ്പിലൂടെ കപ്പിയിലേക്കു ദ്രാവകം പകർന്നിട്ടുള്ള ഏതൊരാൾക്കും, ഇടയ്ക്കിടെ ചോർപ്പ് കുറച്ചൊന്നു പൊക്കിക്കൊടുത്തില്ലെങ്കിൽ ദ്രാവകം അതിൽ തങ്ങിയിരിക്കുമെന്നറിയാം. കപ്പിക്കുകത്തെ വായു പുറത്തേക്കു പോകാനുള്ള വഴി അടഞ്ഞതുകൊണ്ട് ചോർപ്പിനകത്തുള്ള ദ്രാവകത്തെ തടഞ്ഞുനിർത്തുന്നുവെന്നതാണ് ഇതിനു കാരണം. ദ്രാവകത്തിന്റെ ചെറിയൊരംശം താഴോട്ട് ഇറുറ്റുവീഴുകയും ദ്രാവകത്തിന്റെ മർദ്ദംമൂലം കപ്പിക്കുകത്തെ വായു കുറച്ചു് ഞെങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ടെന്നതു ശരിയാണ്. എങ്കിലും ഇങ്ങനെ ഞെങ്ങുന്ന വായു, സ്വന്തം മർദ്ദത്തെ ചോർപ്പിലെ ദ്രാവകത്തിന്റെ ഭാരത്തോടു തുല്യമാക്കാനാവശ്യമായത്ര വഴക്കം ആർജ്ജിക്കുന്നു. ചോർപ്പ് പൊക്കുമ്പോൾ, അടങ്ങിയിരുന്നിരുന്ന വായുവിന് പുറത്തേക്കു പോകാൻ ഒരവസരം കിട്ടുന്നു. ദ്രാവകം വീണ്ടും ഒഴുകിത്തുടങ്ങുന്നു. അതുകൊണ്ട് കപ്പിയുടെ വായ്ക്കുകത്തേക്ക് ചേർന്നിരിക്കാത്തവണ്ണം വാലിന്റെ ഭാഗത്തു് പുറമെ വെട്ടുകളോടു ചൂടിയ ചോർപ്പായിരിക്കും ഏറ്റവും നല്ലത്.

ഒരു ടൺ മരവും

ഒരു ടൺ ഇരുമ്പും

ഏതിനാണ് കൂടുതൽ ഭാരം? ഒരു ടൺ മരത്തിനോ ഒരു ടൺ ഇരുമ്പിനോ? ചിലർ ആലോചിക്കാതെ കയറിപ്പറഞ്ഞെന്നുവരും, ഒരു ടൺ ഇരുമ്പിനാണെന്നു്. ചോദ്യകർത്താവു് അതു കേട്ടു് പരിഹ

സിപ്പു ചിരിക്കും. ഒരു ടൺ മരത്തിനാണ് കൂടുതൽ ഭാരമെന്നു പറഞ്ഞാൽ അയാൾ ഒരുപക്ഷെ അതിലുമുച്ചത്തിൽ പൊട്ടിച്ചിരിക്കാനിടയുണ്ട്. അത്രമാത്രം അവിശ്വസനീയമാണത്രെ. എന്നാൽ കൃത്യമായിപ്പറഞ്ഞാൽ സത്യമാണിതു്.

ആർക്കിമെഡിസിന്റെ തത്വം ദ്രാവകങ്ങൾക്കു മാത്രമല്ല വാതകങ്ങൾക്കും ബാധകമാണെന്നതാണ് കാര്യം. വായുവിൽ ഓരോ വസ്തുവും അതിന്റെ ഭാരത്തിന്റെ ഒരു ശതമാനം 'നഷ്ടപ്പെടുന്നു'. ആ വസ്തു വിസ്ഥാപിക്കുന്ന വായുവിന്റെ ഭാരത്തിനു തുല്യമാണ് ആ അംശം. മരമായാലും ഇരുമ്പായാലും ഇതു വാസ്തവമാണ്. അവയുടെ ശരിയായ ഭാരം കിട്ടാൻ ഈ നഷ്ടപ്പെട്ട അംശംകൂടി കൂട്ടണം. അതുകൊണ്ട് ഒരു ടണ്ണും അത്രയും മരം വിസ്ഥാപിക്കുന്ന വായുവിന്റെ ഭാരവും കൂട്ടിയാലേ മരത്തിന്റെ ശരിയായ ഭാരം കിട്ടൂ. അതേപോലെതന്നെ ഒരു ടണ്ണും അത്രയും ഇരുമ്പു് വിസ്ഥാപിക്കുന്ന വായുവിന്റെ ഭാരവും കൂട്ടിയാലേ ഇരുമ്പിന്റെ ശരിയായ ഭാരമാകൂ.

എന്നാൽ ഒരു ടൺ മരത്തിനു് ഒരു ടൺ ഇരുമ്പിനേക്കാൾ വളരെ കൂടുതൽ ഇടം വേണം—ഏതാണ്ടു് 15 ഇരട്ടി. അതുകൊണ്ടു് ഒരു ടൺ മരത്തിന്റെ ശരിയായ ഭാരം ഒരു ടൺ ഇരുമ്പിന്റേതിനേക്കാൾ കൂടുതലാണ്. കരേക്കൂടി കൃത്യമായിപ്പറഞ്ഞാൽ, വായുവിൽ ഒരു ടൺ രൂക്കമുള്ള മരത്തിന്റെ ശരിയായ ഭാരം വായുവിൽ ഒരു ടൺ രൂക്കമുള്ള ഇരുമ്പിന്റെ ശരിയായ ഭാരത്തേക്കാൾ കൂടുതലാണ്.

ഒരു ടൺ ഇരുമ്പിനു് 1/8 ഘനമീറ്ററും ഒരു ടൺ മരത്തിനു് ഉദ്ദേശം 2 ഘനമീറ്ററും വ്യാപ്തം വരുമെന്നതുകൊണ്ടു് വിസ്ഥാപിതവായുവിന്റെ ഭാരത്തിലുള്ള വ്യത്യാസം 2.5 കിലോഗ്രാമോളമായിരിക്കും. ശരിക്കു പറഞ്ഞാൽ ഒരു ടൺ മരത്തിനു് ഒരു ടൺ ഇരുമ്പിനെ അപേക്ഷിച്ചുള്ള ഭാരക്കൂടുതൽ ഇത്രയുമാണ്.

ഭാരമില്ലാത്ത മനുഷ്യൻ

രൂവലിന്റെയെന്നല്ല, വായുവിൻറത്രപോലും ഭാരമില്ലാതെ*, ഗുരുത്വാബലത്തിന്റെ ചങ്ങലക്കെട്ടുകളിൽനിന്നു വിമുക്തമായി, മാന

* നമ്മുടെ ധാരണയിൽ നിന്നു വ്യത്യസ്തമായി രൂവലിനു് യഥാർത്ഥത്തിൽ വായുവിനേക്കാൾ പരശതം മടങ്ങു് ഭാരമുണ്ടു്. ഉപരിതലം ധാരാളമുള്ളതുകൊണ്ടു് അതു നേരിടുന്ന വായുമണ്ഡലപ്രതിരോധം അതിന്റെ ഭാരത്തേക്കാൾ വളരുകൂടുതലാണ്. അതുകൊണ്ടാണ് അതു പറഞ്ഞുവരുന്നതു്.

ത്തങ്ങിനെ യഥേഷ്ടം പാറിനടക്കണമെന്ന് കട്ടിക്കാലംതൊട്ടേ പലരും സ്വപ്നംകണ്ടിട്ടുള്ളതാണ്. എന്നാൽ വായുവിനേക്കാൾ ഭാരമുള്ളതുകൊണ്ടാണ് തങ്ങൾക്ക് നിർബാധം നടക്കാൻ കഴിയുന്നതെന്ന കാര്യം അവർ മറക്കുന്നു.

“വായുവെന്ന സമുദ്രത്തിന്റെ അടിത്തട്ടിലാണ് നാം ജീവിക്കുന്നത്” എന്ന് ടൊറിഷെല്ലി ഒരിക്കൽ പറയുകയുണ്ടായി. നമുക്ക് പെട്ടെന്ന് ഒരായിരം മടങ്ങ് ഭാരം കുറഞ്ഞാൽ, വായുവിനേക്കാളും ഭാരം കുറഞ്ഞാൽ, നമ്മൾ അനിവാര്യമായും ഈ വായുസമുദ്രത്തിന്റെ മുകളിലേക്ക് ഉയർന്നുപൊങ്ങും. പൊങ്ങിപ്പൊങ്ങി അവസാനം നമ്മുടെ ശരീരത്തോളം മാത്രം ഘനത്വമുള്ള വിരളീതവായുവിന്റെ മേഖലകളിലെത്തും. കുന്നുകളുടേയും താഴ്വരകളുടേയും മീതേക്കൂടി സ്വച്ഛന്ദം ഒഴുകി നടക്കാമെന്ന സ്വപ്നം തകരും. നമ്മൾ ഗുരുത്വബലത്തിൽനിന്നു മോചിതരാവുമെന്നതു ശരിയാണ്. എന്നാൽ മറ്റു ശക്തികൾ—വായുപ്രവാഹങ്ങളുടെ ശക്തികൾ—നമ്മെ കീഴ്പ്പെടുത്തും.

തന്റെ വണ്ണം നീങ്ങിക്കിട്ടാൻ ആഗ്രഹിച്ച ഒരു പൊണ്ണത്തടിയന്റെ കഥ എച്ച്. ജി. വെൽസ് പറയുന്നുണ്ട്. കഥ പറയുന്നയാളിന്റെ കൈവശം ആളുകളുടെ അധികഭാരം ഒഴിവാക്കാനുള്ള ഒരു അത്ഭുത മരുന്നിന്റെ വിധിയുണ്ട്. തടിയൻ ആ വിധിപ്രകാരം മരുന്നുണ്ടാക്കിക്കിട്ടു. സംഭവിച്ചതിതാണ്:

“കറെയേറെ സമയത്തേക്ക് കതകു തുറന്നില്ല.

“താക്കോൽ തിരിയുന്ന ശബ്ദം കേട്ടു. തുടർന്ന് ‘അകത്തു വരൂ’ എന്ന പൈക്രാഫ്റ്റിന്റെ ശബ്ദവും.

“ഞാൻ പിടി തിരിച്ചു” കതകു തുറന്നു. പൈക്രാഫ്റ്റ് അവിടെ കാണുമെന്ന് ഞാൻ സ്വാഭാവികമായും പ്രതീക്ഷിച്ചു. പക്ഷെ അയാളെ അവിടെങ്ങും കണ്ടില്ല!

“എന്നിക്കെന്റെ ആയുസ്സിൽ ഇതുപോലൊരു തെട്ടക്കുമുണ്ടായിട്ടില്ല. അയാളുടെ സ്വീകരണമുറി ആകെ അലങ്കോലപ്പെട്ടു കിടന്നിരുന്നു. പുന്നുകളും ഏഴത്തുസാമഗ്രികളും പിഞ്ഞാണികളും പാത്രങ്ങളും ഒക്കെ കൂടിക്കഴഞ്ഞു കിടക്കുന്നു. കസേരകൾ പലതും മറിഞ്ഞുവീണിരിക്കുന്നു. പക്ഷെ പൈക്രാഫ്റ്റ്—

“‘വിഷമിക്കണ്ട, ചങ്ങാതി. കതകടയ്ക്കൂ,’ അയാൾ പറഞ്ഞു. അപ്പോഴാണ് ഞാൻ ആളെ കണ്ടത്.”

“അയാളുണ്ട്” കതകിനു മുകളിലായി, ഒരു മുലയ്ക്ക്, മച്ചിനോടു പശുവെച്ചാട്ടിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ഇരിക്കുന്നു! അയാളുടെ മുഖത്തു ഉൽക്കണ്ഠയും കോപവും നിഴലിച്ചു. കിതച്ചുകൊണ്ട് അയാൾ കൈ



ചിത്രം 71. “ഞാനിവിടുണ്ടു്”
പൈക്രാഫ്റ്റ് പറഞ്ഞു

വീശി. ‘കതകടയ്ക്കു്,’ അയാൾ പറഞ്ഞു ‘ആ സ്രീയുടെ കയ്യിലെ ഞാനും അതു പെട്ടു പോയാൽ—’

“ഞാൻ കതകടച്ചിട്ടു് അല്പം മാറിനിന്നു് അയാളെ മിഴിച്ചുനോക്കി.

“ ‘വല്ലഭം ഇളകിപ്പോന്നാൽ നിങ്ങൾ താഴെക്കിടക്കും. പിടലി ഒടിയുകയും ചെയ്യും,’ ഞാൻ പറഞ്ഞു.

“ ‘എങ്കിൽ എത്ര നന്നായിരുന്നു,’ അയാൾ കിതച്ചുകൊണ്ടു പറഞ്ഞു.

“ ‘ഈ പ്രായത്തിൽ, ഈ തടിയും വച്ചു്,’ നിങ്ങൾ കുട്ടികളെപ്പോലെ കസർത്തു കാട്ടാൻ തുടങ്ങിയാലോ...’

“ ‘നിർത്തു്,’ അയാൾ പറഞ്ഞു. അയാളുടെ മുഖത്തു് ദണ്ഡന നിഴലിച്ചു.

“ ‘ഞാൻ പറയാം,’ അയാൾ കൈവീശിക്കൊണ്ടു പറഞ്ഞു.

“ ‘നിങ്ങൾ എങ്ങിനെയാണു് അവിടെ പിടിച്ചു് ഇരിക്കുന്നതു്?’ ഞാൻ ചോദിച്ചു.

“ ‘അപ്പോഴാണു് എനിക്ക് മനസ്സിലായതു് അയാൾ ഒന്നിലും പിടിച്ചിട്ടില്ലെന്നു്. വാതകം നിറച്ച ബലൂൺപോലെ അയാൾ അവിടെ പൊങ്ങിക്കിടക്കുകയാണു്. മച്ചിൽനിന്നു തള്ളിമാറാനും ചുമരുവഴി എന്റെ അടുത്തേക്കു് ഇറങ്ങിവരാനും അയാൾ സാഹസപ്പെടുന്നതു കണ്ടു. ‘ആ മരുന്നണ്ടല്ലോ,’ അയാൾ കിതച്ചു. ‘നിങ്ങളുടെ മുതുമുത്തച്ചു...’

“ ‘സംസാരത്തിനിടയിൽ അയാൾ ഒരു ചട്ടമിട്ട പടത്തിൽ അശ്രദ്ധമായി കയറിപ്പിടിച്ചു. അതു് ഇളകിപ്പോന്നു. അയാൾ മച്ചിലേക്കു വീണ്ടും പൊങ്ങിപ്പോയി. പടം സോഫയിൽ വീണു് തകർന്നു. അയാൾ നേരെ മച്ചിൽചെന്നിടിച്ചു. അയാളുടെ ദേഹത്തെ പൊങ്ങിയ ഭാഗങ്ങളൊക്കെ വെളുത്തീരിക്കാനുള്ള കാരണം എനിക്ക് അപ്പോഴാണു മനസ്സിലായതു്. അയാൾ വീണ്ടും കരേളക്കുടി അവധാനതയോടെ തീത്തിണ്ണയിൽ പിടിച്ചു് ഇറങ്ങാനുള്ള ശ്രമമായി.

“സന്നിപാതം പിടിപെട്ടവനെപ്പോലെ ഇരുന്നിരുന്ന ആ പൊണ്ണത്തടിയൻ തലകീഴായിക്കിടന്ന് മച്ചിൽനിന്നു നിലത്തിറങ്ങാൻ പാടു പെടുന്നത് ഒരു അസാധാരണകാഴ്ചയായിരുന്നു. ‘ആ മരണം വിചാരിച്ചതിലുമധികം ഫലിച്ചു,’ അയാൾ പറഞ്ഞു.

“ ‘അതെങ്ങിനെ?’

“ ‘ഭാരമില്ലായ്മ ഏതാണ്ടു മുഴുവനായിരിക്കുന്നു.’

“ ‘അപ്പോഴാണ് എനിക്കു കാര്യം മനസ്സിലായത്’.

“ ‘പൈക്രാഫ്റ്റ്’ എന്ന് ഞാൻ പറഞ്ഞു. ‘നിങ്ങൾക്കു വേണ്ടിയിരുന്നത് വണ്ണം കുറയ്ക്കാനുള്ള മരണമാണ്. പക്ഷെ നിങ്ങൾ എപ്പോഴും പറഞ്ഞുകൊണ്ടിരുന്നത് തൂക്കം കുറയ്ക്കണം എന്നാണ്.’

“ ‘എനിക്കു എന്തുകൊണ്ടോ വലിയ സന്തോഷമായി. ആ സമയത്തു എനിക്കു പൈക്രാഫ്റ്റിനോടുതന്നെ ഇഷ്ടം തോന്നി. ‘ഞാൻ സഹായിക്കാം,’ എന്നു പറഞ്ഞു ഞാൻ അയാളെ കയ്യിൽപ്പിടിച്ച് താഴോട്ടു വലിച്ചു. ഒന്നരച്ചനിൽക്കാനുള്ള ശ്രമത്തിൽ അയാൾ കാലിട്ടടിച്ചു. കാരാത്തു കൊടി പിടിച്ചു നിൽക്കുന്നതുപോലെ തോന്നി.

“ ‘ആ മേശ ഇഴുകിക്കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതാണ്. നല്ല ഭാരമുണ്ട്,’ അയാൾ കൈചൂണ്ടിക്കൊണ്ടു പറഞ്ഞു. ‘എന്നെ അതിനടിയിലിരുത്താമെങ്കിൽ....’

“ ‘ഞാൻ ഇരുത്തി. അയാളവിടെ ഒരു കടുങ്ങിപ്പോയ ബലൂണിനെപ്പോലെ അനങ്ങിക്കൊണ്ടിരുന്നപ്പോൾ ഞാൻ മുറിയിലെ കമ്പളത്തിൽ നിന്നുകൊണ്ട് അയാളോടു സംസാരിച്ചു.

“ ‘....നിങ്ങൾ ചെയ്യരുതാത്ത ഒരു കാര്യമുണ്ട്,’ ഞാൻ പറഞ്ഞു. ‘പുറത്തിറങ്ങിയാൽ മേലോട്ടു പൊങ്ങിപ്പോകും....’

“ ‘....അയാൾ ഈ പുതിയ ചുറ്റുപാടുകളുമായിട്ട് ഒത്തുപോകണമെന്നു ഞാൻ അഭിപ്രായപ്പെട്ടു. അങ്ങിനെ ഞങ്ങൾ കാര്യത്തിന്റെ അർത്ഥമുള്ള അംശത്തിലേക്കു കടന്നു. മച്ചിന്മേൽ കൈകത്തി നടക്കാൻ വലിയ വിഷമംകൂടാതെ പഠിക്കാനൊക്കുമെന്നു ഞാൻ പറഞ്ഞു.

“ ‘എനിക്കു ഉറങ്ങാൻ കഴിയുന്നില്ല,’ അയാൾ പറഞ്ഞു.

“ ‘പക്ഷെ അതത്ര ബുദ്ധിമുട്ടുള്ള കാര്യമായിരുന്നില്ല. കമ്പിവലയ്ക്കടിയിലായി ഒരു കോസടി ഘടിപ്പിക്കാനും പുതപ്പും വിരിപ്പും മറ്റും വശത്തു് ബട്ടനിട്ടു് നിർത്താനും കഴിയുമെന്നു ഞാൻ ചൂണ്ടിക്കാട്ടി....

“ ‘മുറിയിലൊരു കോണി വച്ചു് ഭക്ഷണമെല്ലാം പുസ്തകയലമാരിയുടെ മുകളിൽ വിളമ്പാം. അയാൾക്കിഷ്ടമുള്ളപ്പോഴെല്ലാം താഴെയിറങ്ങാനുള്ള ഒരു ഉപായവും ഞങ്ങൾ കണ്ടുപിടിച്ചു. ‘ബ്രിട്ടീഷ് എൻസൈക്ലോപ്പീഡിയ’ (പത്താം പതിപ്പ്) പുസ്തകത്തുകളുടെ മുകളിൽ വയ്ക്കുക. അവിയിൽ നിന്നു രണ്ടെണ്ണമെടുത്തു മുറുകെപ്പിടിച്ചാൽ നിലത്തിറങ്ങാം....

“തീ കാഞ്ഞുകൊണ്ട്, വിസ്തീ കടിച്ചുകൊണ്ട്, ഞാൻ അയാളുടെ മുറിയിൽ ഇരുന്നു. അയാൾ മുകളിൽ തന്റെ ഇഷ്ടപ്പെട്ട മൂലയിൽ കിടന്ന് ഒരു തുർക്കിക്കമ്പളം മച്ചിൽ തറയ്ക്കുകയായിരുന്നു. അപ്പോഴാണ് എനിക്കു പെട്ടെന്നു ആ ബുദ്ധി പോയതു്. ‘പൈക്രാഫ്റ്റ്’, ഞാൻ പറഞ്ഞു. ‘ഇതിന്റെയൊന്നും ആവശ്യമില്ല!’

‘എന്റെ ഭൂതോദയത്തിന്റെ പൂർണ്ണമായ വേഷ്യത്തുകൾ തിട്ടപ്പെടുത്താൻ കഴിയുന്നതിനുമുമ്പുതന്നെ ഞാനതു വിളമ്പിക്കഴിഞ്ഞു. ‘ഈ യത്തിന്റെ അടിക്കുപ്പായം,’ എന്നു ഞാൻ പറഞ്ഞതോടെ കാര്യം പുറത്തായി.

‘പൈക്രാഫ്റ്റ്’ സന്തോഷാധികൃതകൊണ്ടു് കണ്ണനീരിന്റെ വക്കു തെത്തി.

“ ‘ഈയത്തകിട്ടു വാങ്ങിച്ചു് അടിയുടുപ്പുകളിന്മേൽ തുന്നിപ്പിടിപ്പിക്കുക,’ ഞാൻ പറഞ്ഞു. ‘ഈയച്ചുവടുള്ള ബുട്സ്’ ധരിക്കുക. ഒരു സഞ്ചി നിറയെ ഈയക്കുട്ടകൾ കയ്യിലെടുക്കുക. അത്രയേ വേണ്ടു! നിങ്ങൾക്കു പിന്നെ ഇതിനകത്തു് ഒരു തടവുകാരനായി കഴിയേണ്ടി വരില്ല. നിങ്ങൾക്കു വീണ്ടും വിദേശത്തു പോകാൻ കഴിയും. ദേശസഞ്ചാരം നടത്താൻ കഴിയും... കപ്പൽ മുങ്ങിയാൽപോലും നിങ്ങൾക്കു പേടിക്കാതില്ല. വസ്രങ്ങൾ കുറച്ചോ മുഴുവനുമോ അഴിച്ചുകളഞ്ഞു്, അത്യാവശ്യം വേണ്ട സാമാനങ്ങളും കയ്യിലെടുത്തു്, വായുവിലൂടെ ഒഴുകിപ്പൊയ്ക്കാളുക...’ ”

റെറ നോട്ടത്തിൽ ഇതെല്ലാം ഭൗതികനിയമങ്ങൾക്കു തികച്ചും അനുയോജ്യമാണെന്നു തോന്നിയേക്കാം. എന്നാൽ തടസ്സങ്ങളുണ്ടു്. ഒന്നാമതു്, ഭാരമില്ലാതായാൽപോലും പൈക്രാഫ്റ്റ് മച്ചിലേക്കുയരുകയില്ല. ആർക്കിമെഡിസിന്റെ തത്വം ഓർമ്മിക്കുക. അയാളുടെ വസ്രങ്ങൾക്കും അയാളുടെ കീഴയിലുള്ള സാധനങ്ങൾക്കുമെല്ലാംകൂടി അയാളുടെ തടിച്ച ശരീരം വിസ്ഥാപിക്കുന്ന വായുവിനേക്കാൾ ഭാരം കുറവായാൽ മാത്രമേ അയാൾ മച്ചിലേക്കു ‘പൊങ്ങി’പ്പോകൂ. ആ വായുവിന്റെ ഭാരം നമുക്കു് എളുപ്പം കണക്കാക്കാം. നമുക്കും നമ്മോളും വ്യാപ്തമുള്ള വെള്ളത്തിനും ഏതാണൊരേ തൂക്കമാണു്—ഉദേശം. 60 കിലോഗ്രാം. സാധാരണഘനതമുള്ള വായുവിനു് വെള്ളത്തിന്റെ 770-ൽ ഒരു ശതമാനമേയുള്ളു. അപ്പോൾ നമ്മൾ വിസ്ഥാപിക്കുന്ന വായുവിന്റെ തൂക്കം വെറും 80 ഗ്രാമായിരിക്കുമെന്നർത്ഥം. പൈക്രാഫ്റ്റ്റിനു് എത്ര വണ്ണമുണ്ടെങ്കിലും 100 കിലോഗ്രാമിലേറെ തൂക്കം വരില്ല. അപ്പോൾ ഏറിവന്നാൽ 130 ഗ്രാം വായുവായിരിക്കും അയാൾ വിസ്ഥാപിക്കുന്നതെന്നർത്ഥം. പൈക്രാഫ്റ്റിന്റെ സൂട്ടിനും ഷൂസിനും വാച്ചിനും പേഴ്സിനുമെല്ലാംകൂടി ഇതിൽക്കൂടുതൽ ഭാരമുണ്ടായിരിക്കുമെന്നതിനു സംശയമില്ല

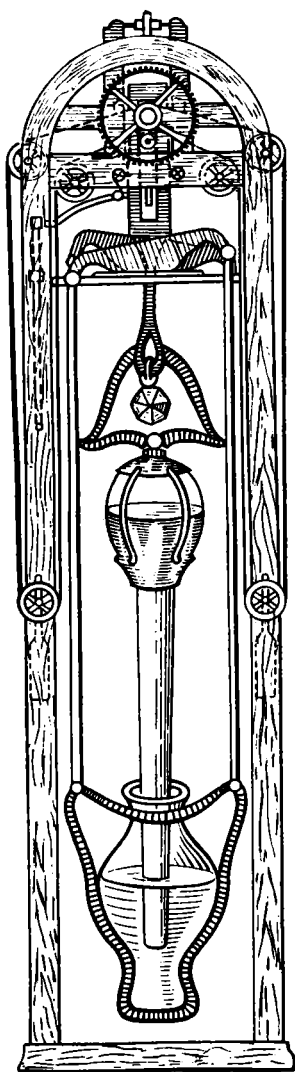
ല്ലൊ. അതുകൊണ്ട് ആ തടിയൻ നിലത്തുതന്നെയായിരിക്കും. ഒരു ഉറപ്പില്ലായ്മ അനുഭവപ്പെടുമെങ്കിലും ബലുൺകണക്കെ മച്ചിലേക്കു പൊങ്ങിപ്പോവുകയില്ലെന്നു തീർച്ചയാണ്. അയാൾ പൂർണ്ണനഗ്നനായാൽ മാത്രമേ അങ്ങിനെ സംഭവിക്കൂ. വസ്ത്രമിട്ടിരിക്കുമ്പോൾ അയാൾ, തുള്ളിത്തുള്ളിനടക്കുന്ന ബലുണിനോടു കെട്ടിയിട്ട റൊളെപ്പോലിരിക്കും. മെല്ലെയൊന്നു ചാടിയാൽ വായുവിലേക്കുയർന്നു വീണ്ടും താഴോട്ടു ഒഴുകിവന്നിറങ്ങും—കാറ്റിലെങ്കിൽ എന്നർത്ഥം.

‘‘നിലയ്ക്കാത്ത’’ നാഴികമണി

‘‘നിലയ്ക്കാത്ത’’ യന്ത്രങ്ങളെക്കുറിച്ചും അവ കണ്ടുപിടിക്കാൻ ഒരു വെട്ടുന്നതിന്റെ വ്യർത്ഥതയെക്കുറിച്ചും നാം ചിലതൊക്കെ മനസ്സിലാക്കിക്കഴിഞ്ഞല്ലോ. നമുക്കിനി ‘‘ഭാഗശക്തി’’ യന്ത്രങ്ങളെക്കുറിച്ചാലോചിക്കാം. മനുഷ്യന്റെ ഇടപെടൽ കൂടാതെ, പ്രകൃതിയിലുള്ള വററാത്ത ഉറവിടത്തിൽനിന്നു ഊർജ്ജമെടുത്തു അവിരാമം പ്രവർത്തിക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങളാണവ.

നിങ്ങളെല്ലാവരും ബാരോമീറ്റർ കണ്ടിരിക്കുമല്ലോ. മെർക്കുറി—ബാരോമീറ്ററുമുണ്ട്, അനിറോയഡ് ബാരോമീറ്ററുമുണ്ട്. ആദ്യത്തേതിൽ വായുമണ്ഡലമർദ്ദത്തിന്റെ ഏറ്റക്കുറവനുസരിച്ച് രസതലം ഉയരുകയും താഴുകയും ചെയ്യുന്നു. രണ്ടാമത്തേതിലും ഈ മർദ്ദത്തിലെ മാറ്റമാണു സൂചിയെ അങ്ങോട്ടമിങ്ങോട്ടും ആട്ടുന്നതു്.

18-ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന ഒരു കണ്ടുപിടുത്തക്കാരൻ ഈ സംവിധാനം ഉപയോഗപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടു് ഒരു നിലയ്ക്കാത്ത നാഴികമണി നിർമ്മിച്ചു. പ്രശസ്തബ്രിട്ടീഷ് ബലതന്ത്രജ്ഞനും ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞനുമായ ജെയിംസ് ഹെർഗുസൺ 1774-ൽ ആ നാഴികമണികണ്ടു. അദ്ദേഹം അതിനെ വർണ്ണിച്ചിരിക്കുന്നത് ഇങ്ങനെയാണ്: ‘‘ഞാൻ ആ ഘടികാരം കണ്ടു. വിചിത്രമായി സംവിധാനംചെയ്യപ്പെട്ട ഒരു ബാരോമീറ്ററിലെ രസനാളത്തിന്റെ അനുസ്യൂതമായ പൊങ്ങിത്താഴലുകൾ അതിനെ നിർത്താതെ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നു. ആ ഘടികാരം നിന്നുപോകുമെന്നു കരുതാൻ യാതൊരു കാരണവും കാണുന്നില്ല. എന്നെന്നാൽ ബാരോമീറ്റർ എടുത്തുമാറ്റിയാൽത്തന്നെ അതിനെ ഒരു വർഷം മുഴുവൻ നടത്താനാവശ്യമായ പ്രവർത്തകശക്തി അതിൽ സഞ്ചയിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ഞാൻ വിശദമായി പരിശോധിച്ച ഈ ഘടികാരം അഭികല്പനയിലും നിർവ്വഹണത്തിലും ഞാൻ കണ്ടിട്ടുള്ളതിൽവെച്ചു ഏറ്റവും സമർത്ഥമായ ഉപകരണമാണെന്നു തുറന്നു സമ്മതിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു.’’



ചിത്രം 72. 18-ാം നൂറ്റാണ്ടിലെ ഒരു "ഭാനശക്തി" യന്ത്രം.

നിർഭാഗ്യവശാൽ ആ ഘടികാരം മോഷണംപോയി. അതിനു് എന്തു സംഭവിച്ചെന്നു് ആർക്കുമറിഞ്ഞുകൂടാ. എങ്കിലും ഫെർഗൂസൺ അതിന്റെ ഏതാനും വരപ്പകൾ എടുത്തിരുന്നതുകൊണ്ടു് നമുക്കു് അതിന്റെ ഒരു രൂപം കിട്ടിയിട്ടുണ്ടു്.

ഘടികാരത്തിന്റെ പ്രവർത്തനരീതി എന്താണെന്നു പറയാം. അതിൽ രസം കൊണ്ടു പ്രവർത്തിക്കുന്ന വലിയൊരു ബാരോമീറ്ററുണ്ടു്. ഏതാണ്ടു് 150 കിലോഗ്രാം രസം രണ്ടു സ്റ്റികപ്പാത്രങ്ങളിൽ വച്ചിരിക്കുന്നു. ഒരു പാത്രത്തിന്റെ അടിവശം മറേറ്റിന്റെ വായ്ക്കുള്ളിലാണു്. രണ്ടു പാത്രങ്ങളും ഒരു ചട്ടത്തിൽ തൂക്കിയിട്ടിരിക്കുന്നു. അവ രണ്ടും വെച്ചേറെയായിട്ടാണു നീങ്ങുന്നതു്. വായുമണ്ഡലമർദ്ദം വർദ്ധിക്കുമ്പോൾ സമർത്ഥമായി ഇണക്കിവച്ചിട്ടുള്ള ലിവറുകൾ മുകളിലത്തെ പാത്രത്തെ താഴ്ത്തുകയും താഴത്തെ പാത്രത്തെ ഉയർത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. വായുമണ്ഡലമർദ്ദം കുറയുമ്പോൾ സംഭവിക്കുന്നതു് നേരെ തിരിച്ചാണു്. ഈ ചലനങ്ങൾ ഒരു പൽച്ചക്രത്തെ സദാ ഒരേ ദിശയിൽ തിരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. വായുമണ്ഡലമർദ്ദം മാറാതെ നിൽക്കുമ്പോൾ മാത്രമേ ചക്രം തിരിയാതിരിയുള്ളൂ. എന്നാൽ സംഭവിക്കാത്തതായിട്ടുള്ള പൊട്ടെൻഷ്യൽ ഊർജ്ജം ആ ഇടവേളകളിൽ ഘടികാരത്തെ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നു. കട്ടികളെ ഒരേ സമയത്തു് പൊക്കുകയും താഴ്ത്തുകയും ചെയ്യുകയെന്നതു് തെറ്റും എളുപ്പമല്ല. എങ്കിലും പണ്ടുകാലത്തെ ഘടികാരനിർമ്മാതാക്കൾ വൈഭവശാലികളായിരുന്നു. വായുമണ്ഡലമർദ്ദത്തിലെ ഏറ്റക്കുറച്ചിലുകളിൽനിന്നു ലഭിച്ച ഊർജ്ജം ആവശ്യത്തിൽ കവിയുകപോലും ചെയ്തു.

അതിന്റെ ഫലമായി കട്ടികൾ താഴുന്നതിനേക്കാൾ വേഗത്തിൽ പൊങ്ങി. അതുകൊണ്ട് കട്ടികൾ ഏറ്റവും ഉയരത്തിലെത്തുമ്പോൾ അവയെ ശുഷ്കിന്റെ നിശ്ചലമാക്കാൻ ഒരു പ്രത്യേക ഉപകരണം ഉണ്ടാക്കേണ്ടിവന്നു.

ഇത്തരം “ദാനശക്തി”യന്ത്രങ്ങളും “നിലയ്ക്കാത്ത” യന്ത്രങ്ങളും തമ്മിലുള്ള മൗലികമായ വ്യത്യാസം വ്യക്തമാണ്. ആദ്യത്തേതിൽ ഉൾജം കിട്ടുന്നത് ശൂന്യതയിൽനിന്നല്ല (“നിലയ്ക്കാത്ത” യന്ത്രമുണ്ടാക്കാൻ തുനിഞ്ഞവരുടെ ലക്ഷ്യം അതായിരുന്നല്ലോ). ഒരു ബാഹ്യ സ്രോതസ്സിൽനിന്ന് അതു ലഭിക്കുന്നു. നമ്മുടെ ഘടികാരത്തിലാണെങ്കിൽ ചുറ്റുമുള്ള വായുമണ്ഡലത്തിൽനിന്ന്. സൂര്യപ്രകാശം അതിനെ അവിടെ സംഭരിച്ചുവച്ചിരിക്കുന്നു. “നിലയ്ക്കാത്ത” യന്ത്രത്തിന്റെ എല്ലാ മെച്ചങ്ങളുംതന്നെ “ദാനശക്തി”യന്ത്രത്തിനുണ്ട്. അതു നിർമ്മിക്കാൻ വലിയ പണച്ചെലവുകൾമെന്നുമാത്രം. വേറേതരത്തിലുള്ള പില “ദാനശക്തി”യന്ത്രങ്ങളെപ്പറ്റി ഞാൻ പിന്നീട് പ്രതിപാദിക്കാം. അവയെ വ്യവസായരംഗത്തു് ഉപയോഗിക്കുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണ് പാകേരമാവാത്തതെന്നും പറയാം.

അദ്ധ്യായം ആറു്

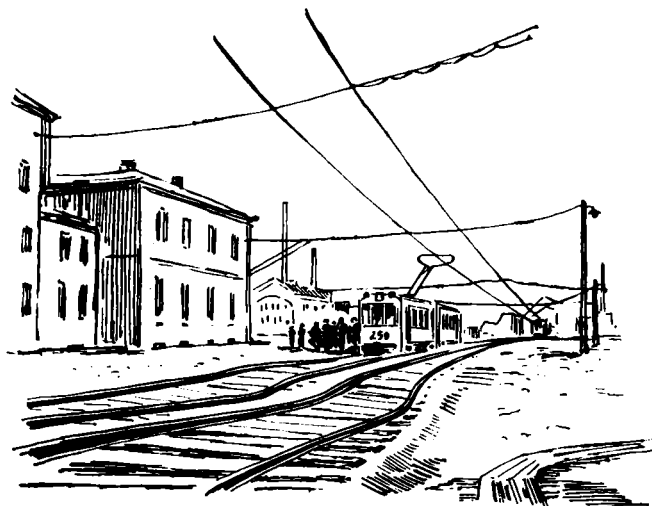
ചൂടു്

കെട്ടുബിർസ്തയ റെയിൽപാതയ്ക്കു
നീളം കൂടുന്നതെപ്പോഴാണു്?

മോസ്കോയേയും ലെനിൻഗ്രാഡിനേയും ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന കെട്ടുബിർസ്തയ റെയിൽപാതയുടെ നീളമെത്രയാണെന്നു ചോദിച്ചപ്പോൾ ആരോ പറഞ്ഞു: “ശരാശരി നീളം 640 കിലോമീറ്റർ. വേനൽക്കാലത്തു് ശൈത്യകാലത്തേക്കാൾ 300 മീറ്റർ കൂടും.”

ഈ ഉത്തരം, കേൾക്കുമ്പോൾ തോന്നുന്നതുപോലെ അസംബന്ധമല്ല. റെയിൽപാത എന്നതുകൊണ്ടു് റെയിൽപാതങ്ങളുടെ നീളമാണു് അർത്ഥമാക്കുന്നതെങ്കിൽ അതിന്നു തീർച്ചയായും വേനൽക്കാലത്തു് ശൈത്യകാലത്തേക്കാൾ നീളം കൂടും. ചൂടേറു് ഉരക്കുറെയിലുകൾ വികസിക്കുമെന്ന കാര്യം മറക്കരുതു്. ചൂടു് ഓരോ ഡിഗ്രി സെന്റിഗ്രേഡു് വർദ്ധിക്കുന്നോറും അവയുടെ നീളം 100,000-ൽ ഒരംശം കൂടുന്നു. പൊരിയുന്ന വെയിലുള്ള ഒരു വേനൽദിവസത്തിൽ റെയിലുകളുടെ താപനില 30-ഉം അതിലേറെയും ഡിഗ്രി സെന്റിഗ്രേഡു് ആയെന്നുവരാം. ചിലപ്പോൾ അവയ്ക്കു് തൊട്ടാൽ പൊള്ളുന്നത്ര ചൂടായിരിക്കും. ശൈത്യകാലത്താവട്ടെ, റെയിലുകൾ തണുത്തു് അവയുടെ താപനില പൂജ്യത്തിന്നു താഴെ 25 ഡിഗ്രി സെന്റിഗ്രേഡു് വരെ ആകും. ചിലപ്പോൾ അതിലും കീഴെ ആയെന്നും വരാം. വേനലിലേയും ശൈത്യകാലത്തേയും താപനിലകൾ തമ്മിലുള്ള അന്തരം 55° ആണെന്നു വിചാരിക്കുക. റെയിൽപാതയുടെ ആകെ നീളത്തെ (640 കി. മീ.) 0.00001 കൊണ്ടും വീണ്ടും 55 കൊണ്ടും ഗുണിച്ചാൽ ഉദ്ദേശം മൂന്നിലൊന്നു കിലോമീറ്റർ കിട്ടും. എന്നുവെച്ചാൽ വേനൽക്കാലത്തു് മോസ്കോ-ലെനിൻഗ്രാഡു് റെയിൽപാതയുടെ നീളം ശൈത്യകാലത്തേക്കാൾ മൂന്നിലൊന്നു കിലോമീറ്റർ, അതായതു് ഏതാണ്ടു് 300 മീറ്റർ, കൂടുതലായിരിക്കുമെന്നർത്ഥം.

റെയിൽപാതയുടെ നീളമല്ല, എല്ലാ റെയിലുകളുടേയും കൂടിയുള്ള
 മൊത്തം നീളമാണ് കൂട്ടുന്നതെന്നു പ്രത്യേകം പറയേണ്ടതില്ലല്ലോ. ഇതു
 രണ്ടും രണ്ടാണ്. കാരണം, റെയിൽപാതയിലെ റെയിലുകൾ പരസ്പരം
 കൂട്ടിമുട്ടുന്നില്ല. ചുടാകമ്പോൾ വികസിക്കാൻവേണ്ടി അവയുടെ സന്ധി
 കളിൽ അല്പം ഇടം വിട്ടിരിക്കും. (8 മീറ്റർ നീളമുള്ള റെയിലുകളിൽ
 ഈ വിടവ് 0° സെന്റിഗ്രേഡിൽ 6 മില്ലിമീറ്ററായിരിക്കും. ആ വിട
 വ് പൂർണ്ണമായും നികത്തണമെങ്കിൽ താപനില 65° സെന്റിഗ്രേഡ്
 വർദ്ധിക്കണം. ചില സാങ്കേതികകാരണങ്ങളാൽ ഓരോരുത്തരുടെ റെയിലു
 കൾക്കിടയിൽ വിടവിടാൻ സാധ്യമല്ല. റെയിലുകൾ തറയിൽ താ
 നിരിക്കുന്നതുകൊണ്ട് സാധാരണയായി അവ വളയാറില്ല. താപനില
 യിലുള്ള ഏറ്റക്കുറച്ചിലുകൾ അത്ര വലുതല്ല. വളയാത്ത രീതിയിലാ
 ണ് അവയെ തറയിൽ ഉറപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതും. എങ്കിൽപോലും അതികാിന
 മായ ചൂടുള്ള ദിവസം ഓംറെയിലുകൾ വളയുകതന്നെ ചെയ്യും. ഒരു



ചിത്രം 73. വളരെ ചൂടുള്ള ദിവസങ്ങളിൽ
 ഓംറെയിലുകൾ വളയും.

പ്രവാർത്തമഹോദ്യോയിൽനിന്നു പകർത്തിയിട്ടുള്ള ചിത്രം 73 നോക്കി
 നാം ഇതു ബോദ്ധ്യമാകും. ചിലപ്പോൾ തീവണ്ടിറെയിലുകൾക്കും ഇതു
 സംഭവിക്കാറുണ്ട്. ഇറക്കമിറങ്ങുമ്പോൾ വണ്ടി റെയിലുകളെ വലി
 ന്നതാണ്, ചിലപ്പോൾ സ്ലീപ്പറുകളടക്കം. അതിന്റെ ഫലമായി ആ ഭാ

ഗത്തു് വിടവുകൾ പലപ്പോഴും മൂടി റെയിലുകൾ തമ്മിൽ കൂട്ടിമുട്ടാറുണ്ടു്.) ഈ വിടവുകളുടെ മൊത്തം നീളം വച്ചിട്ടാണു് എല്ലാ റെയിലുകളുടേയും കൂടി ആകെ നീളത്തിലുള്ള വർദ്ധനവുണ്ടാകുന്നതെന്നു നമ്മുടെ കണക്കു കൂട്ടൽ തെളിയിക്കുന്നു. നമ്മുടെ ദൃഷ്ടാന്തത്തിൽ നല്ല ചൂടുള്ള വേനൽദി വസത്തിൽ ആകെ നീളം കൊടുംമഞ്ഞുള്ള ശൈത്യകാലദിവസത്തേക്കാൾ 300 മീറ്റർ കൂടുതലായിരിക്കും. കെട്ടാബിർസ്കയ റെയിൽ പാതയിലെ റെയിലുകളുടെ നീളം വേനൽക്കാലത്തു് ശൈത്യകാലത്തേക്കാൾ 300 മീറ്റർ കൂടുതലാണെന്നു ചുരുക്കം.

ശിക്ഷ കിട്ടാത്ത മോഷണം.

മോസ്കോ-ലെനിൻഗ്രാഡു് ലൈനിൽ എല്ലാ വർഷവും ശൈത്യകാലത്തു് വിലപിടിപ്പിച്ച ടെലഗ്രാഫു്-ടെലഫോൺ കമ്പികൾ നൂറു മീറ്റർ കണക്കിനു് അപ്രത്യക്ഷമാകാറുണ്ടു്. പക്ഷെ ആരും അതു ഗൗനിക്കുന്നില്ല. കുറുകാരൻ ആരാണെന്നു് അവർക്കറിയാം. ഒരുപക്ഷെ നിങ്ങൾക്കും അറിയാമായിരിക്കും.* കൊടുംമഞ്ഞാണു് (Frost) കള്ളൻ. റെയിലുകൾക്കു സംഭവിക്കുന്നതു് കമ്പികൾക്കും ബാധകമാണു്. ചെമ്പു കൊണ്ടുള്ള ടെലഫോൺ കമ്പികൾ ചൂടാകുമ്പോൾ ഉരുക്കിന്റെ ഒന്നര ഇരട്ടി വികസിക്കുമെന്നതാണു് ഒരേയൊരു വ്യത്യാസം. ഇവിടെ വിടവൊന്നുമില്ലാത്തതുകൊണ്ടു് ശൈത്യകാലത്തു് മോസ്കോ-ലെനിൻഗ്രാഡു് ടെലഫോൺലൈനിനു് വേനൽക്കാലത്തേക്കാൾ സത്യത്തിൽ 500 മീറ്റർ നീളം കുറവായിരിക്കുമെന്നു നമുക്കു് നിരുപാധികം പറയാൻ കഴിയും. ഓരോ ശൈത്യകാലത്തും കൊടുംമഞ്ഞു് ഏതാണ്ടു് അര കിലോമീറ്റർ കമ്പി മോഷ്ടിക്കുന്നുണ്ടു്. എങ്കിലും അതു് ടെലഗ്രാഫു്-ടെലഫോൺ ബന്ധത്തെ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നില്ല. മോഷ്ടിച്ചെടുത്തതു് ചൂടുകാലത്തു് വീഴുകൂടാതെ മടക്കിത്തരുന്നു.

എന്നാൽ കമ്പികൾക്കു പകരം പാലങ്ങളാണു് കൊടുംമഞ്ഞുകൊണ്ടു് ചുരുങ്ങുന്നതെങ്കിൽ അനന്തരഫലങ്ങൾ അസുഖകരമായിരിക്കും. 1927 ഡിസംബറിൽ പത്രങ്ങളിൽ ഒരു വാർത്ത വന്നു: “ഹ്രാൻസിൽ ഈയിടെയായി അനുഭവപ്പെടുന്ന അസാധാരണമായ കൊടുംമഞ്ഞു് പാരീസിന്റെ ഒത്ത നടുക്കു് സ്പെൻനദിയുടെ കുറുകെയുള്ള പാലത്തിന്നു സാരമായ കേടു വരുത്തിയിരിക്കുന്നു. കൊടുംമഞ്ഞു കാരണം പാലത്തിന്റെ ഉരുക്കു ചട്ടക്കൂടു് ചുരുങ്ങുകയും കല്ലുകൾ ഇളകിത്തെറി ചൂപോവുകയും ചെയ്തു. പാലത്തിലൂടെയുള്ള ഗതാഗതം തൽക്കാലത്തേക്കു് നിർത്തിവച്ചിരിക്കുന്നു.”

ഏയ്ഫെൽ ഗോപുരത്തിന്റെ പൊക്കം.

ഇനിയിപ്പോൾ ആരെങ്കിലും നിങ്ങളോടു ഏയ്ഫെൽ ഗോപുരത്തിന്റെ പൊക്കമെത്രയാണെന്നു ചോദിച്ചാൽ, “300 മീറ്റർ” എന്നു മറുപടി പറയുന്നതിനു മുമ്പ് നിങ്ങൾ മിക്കവാറും അങ്ങോട്ടു കയറി ചോദിച്ചേക്കും: “ഏതു കാലാവസ്ഥയിലാണ്? തണുപ്പത്തോ ചൂടിലോ?”

അതുപോലുള്ള ഒരു കൂറ്റൻ ഇരുമ്പുശിലത്തിന്റെ പൊക്കം ഏതു താപനിലയിലും ഒന്നാവാൻ തരമില്ല. 300 മീറ്റർ നീളമുള്ള ഒരു ഇരുമ്പു ദണ്ഡ് 1° സെന്റിഗ്രേഡ് ചൂടാക്കിയാൽ 3 മില്ലിമീറ്റർ വികസിക്കുമെന്നു നമുക്കറിയാം. താപനില 1° കൂടുമ്പോൾ ഏയ്ഫെൽ ഗോപുരത്തിന്റെ പൊക്കവും ഏതാണ്ടത്രതന്നെ വർദ്ധിക്കേണ്ടതാണ്. നല്ല ചൂടും വെയിലുമുള്ളപ്പോൾ ഗോപുരത്തിന്റെ ഇരുമ്പുപട്ടക്കൂട് 40° സെന്റിഗ്രേഡ് വരെ ചൂടായെന്നുവരാം. തണുപ്പും മഴയുമുള്ളപ്പോൾ താപനില 10 ഡിഗ്രിയായി ചുരുങ്ങിയെന്നും വരാം. ശൈത്യകാലത്തു് അതു് പൂജ്യവും ചിലപ്പോൾ അതിലും താഴെ 10°യും ആയേക്കാം (കഠിനമായ തണുപ്പ് പാരീസിൽ ദുർലഭമാണ്). താപനിലയിലെ ഏറ്റക്കുറച്ചിൽ 40 ഡിഗ്രിയും അതിലേറെയും വരും. എന്നുവെച്ചാൽ ഏയ്ഫെൽ ഗോപുരത്തിന്റെ പൊക്കം $3 \times 40 = 120$ മി.മീ. = 12 സെന്റിമീറ്റർ കൂടിയോ കുറഞ്ഞോ ഇരിക്കുമെന്നർത്ഥം.

താപനിലയിലുള്ള ഏറ്റക്കുറച്ചിലുകളോടു് വായുവിനേക്കാൾ പോലും സംവേദകമാണ് ഏയ്ഫെൽ ഗോപുരമെന്നു് നേരിട്ടുള്ള അളവെടുപ്പിൽനിന്നു തെളിഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്. അതു് കൂടുതൽ വേഗത്തിൽ ചൂടാറുകയും തണുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. മഴക്കാറ്റുള്ള ദിവസത്തു് പെട്ടെന്നു വെയിൽ തെളിഞ്ഞാൽ അതിന്റെ പ്രതികരണം കൂടുതൽ ക്ഷീപ്രമാണു്. ഒരു പ്രത്യേകതരം നിക്ഷൽ-ഉരുക്കുകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ കമ്പി ഉപയോഗിച്ചാണ് ഏയ്ഫെൽഗോപുരത്തിന്റെ പൊക്കത്തിലുള്ള മാറ്റങ്ങൾ അളന്നതു്. താപനിലയിലുള്ള ഏറ്റക്കുറച്ചിലുകൾ ആ ലോഹത്തെ ബാധിക്കുന്നില്ലെന്നുതന്നെ പറയാം. ഈ ഒന്നാത്തരം ലോഹക്കൂട്ടിനു് “ഇൻവാർ” എന്നാണു പേരു് (‘ഇൻവേറിയബിൾ’ അഥവാ അപരം എന്ന വാക്കിൽ നിന്നു്).

അങ്ങിനെ തണുപ്പദിവസത്തെ അപേക്ഷിച്ചു് ചൂടദിവസത്തിൽ, ഒരു ചില്ലിക്കാശു മുടക്കില്ലാതെ 12 സെന്റിമീറ്ററിന്റെ ഒരു ഇരുമ്പു തൂണു് ഏയ്ഫെൽ ഗോപുരത്തോടു കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെടുന്നു.

ഗ്രാസിലേക്കു ചായ പകരുന്നതിനു മുമ്പ് പരിചയസമ്പന്നയായ ഒരു വീട്ടുകാരി അതിലൊരു സ്പൂണിടും, കഴിയുമെങ്കിൽ ഒരു വെള്ളിക്കുറുണ്ടി. ഗ്രാസ്യം പൊട്ടാതിരിക്കാനാണ്. അനുഭവം ശരിയായ പോംവഴി കാണിച്ചുകൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

പക്ഷെ എന്താണ് അതിന്റെ മൗലികതത്വം? ചൂടുവെള്ളമൊഴിക്കുമ്പോൾ ചായഗ്രാസ്യം പൊട്ടുന്നതെന്തുകൊണ്ടാണ്?

എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ സ്റ്റിക്കും ഒരേപോലെയല്ല വികസിക്കുന്നതു്. ചൂടുവെള്ളം ഗ്രാസിലേക്ക് ഒഴിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ എല്ലാ വശവും ഒരേ സമയത്തു് ചൂടാകുന്നില്ല. ആദ്യം അകവശം ചൂടാവും. പുറവശം അപ്പോൾ തണുത്തുതന്നെയിരിക്കും. ചൂടായ അകവശം പെട്ടെന്നു വികസിക്കുന്നു. പുറവശം വികസിക്കാത്തതുകൊണ്ടു് അതിനു് അകത്തുനിന്നു് ശക്തിയായ മർദ്ദം അനുഭവപ്പെടുന്നു. അതു പൊട്ടുന്നു. ചിലപ്പോഴെന്നു.

കട്ടി കൂടിയ ഗ്രാസ്യപയോഗിച്ചാൽ പരിഹാരമാകുമെന്നു കരുതേണ്ട. വാസ്തവത്തിൽ അത് കട്ടികുറഞ്ഞവയേക്കാൾ വേഗം പൊട്ടും. കാരണം, വശത്തിനു കട്ടി കുറവാണെങ്കിൽ അതു കൂടുതൽ വേഗം ചൂടാകും. അതിന്റെ താപനിലയും വികസനവും കൂടുതൽ നേരത്തേ സമനിലയിലെത്തും. കട്ടി കൂടിയ ഗ്രാസ്യം, നേരേ മറിച്ചു്, ചൂടാകാൻ കൂടുതൽ സമയമെടുക്കും.

കട്ടികുറഞ്ഞ സ്റ്റികുപ്പാത്രങ്ങൾ വാങ്ങുമ്പോൾ അവയുടെ അടിവശം കൂടി കട്ടികുറഞ്ഞതാവാൻ പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധിക്കണം. കാരണം, അടിവശമാണു് പ്രധാനമായും ചൂടാവുന്നതു്. അടിക്കു കട്ടിയുണ്ടെങ്കിൽ വശത്തിനു് എത്ര കട്ടി കുറഞ്ഞാലും ഗ്രാസ്യവും. അടിവശത്തു് കട്ടിയുള്ളവക്കോടു കൂടിയ പിഞ്ഞാണിക്കോപ്പുകളുടെ സ്ഥിതിയും ഇതുതന്നെ.

ഒരു സ്റ്റികുപ്പാത്രം എത്രമാത്രം കട്ടി കുറഞ്ഞതാണോ, അത്രതന്നെ സുരക്ഷിതമായി അതു ചൂടാക്കാവുന്നതാണു്. രസതന്ത്രജ്ഞർ തീരെ കട്ടികുറഞ്ഞ സ്റ്റികുപ്പാത്രങ്ങൾ നേരെ തീയുടെ മുകളിൽ പിടിച്ച് വെള്ളം തിളപ്പിക്കാറുണ്ടു്.

ചൂടാക്കുമ്പോൾ ഒട്ടും വികസിക്കാത്ത പാത്രമാണു് ഏറ്റവും നല്ലതു്. ക്വാർട്സിനു് ഒട്ടുമിക്കാലും ആ ഗുണമുണ്ടു്. ഗ്രാസിന്റെ 15-20-ൽ ഒരംശമേ അതു വികസിക്കൂ. സുതാര്യമായ ക്വാർട്സുകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ കട്ടിയുള്ള ഒരു പാത്രം എത്രവേണമെങ്കിലും ചൂടാക്കാം. പൊട്ടുകയില്ല. ചൂടുപഴുത്ത സ്ഥിതിയിൽ ഐസുവെള്ളത്തിൽ മുക്കിയാൽപോലും പൊട്ടുകയില്ല (ക്വാർട്സുകൊണ്ടുള്ള പാത്രങ്ങൾ ലാബറട്ടറി പണിക്കു പറ്റി

യതാൺ. കാരണം, 1700° സെൻറിഗ്രേഡിലേ അത് ഉരുകുകയുള്ള). ക്വാർട്സ് ഗ്ലാസിനേക്കാൾ നന്നായി ചൂടിനെ ചാലനംചെയ്യുന്നുവെന്നതും ഒരു കാരണമാൺ.

വേഗം ചൂടാക്കുമ്പോൾ മാത്രമല്ല, വേഗം തണുപ്പിക്കുമ്പോഴും ചായ ഗ്ലാസുകൾ പൊട്ടാറുണ്ട്. ഒരുപോലെ ചൂടങ്ങാത്തതാൺ അതിനു കാരണം. തണുക്കുന്നതിനിടയിൽ ചൂടങ്ങുന്ന പുറവശം ഇനിയും തണുക്കാത്തതും ചൂടങ്ങാത്തതുമായ അകവശത്തിന്റെ നേരെ ശക്തിയായ മർദ്ദം ചെലുത്തുന്നു. ഇതുകൊണ്ടാൺ വിവരമുള്ള ഒരു വീട്ടുകാരി ചൂടുള്ള ജാം നിറച്ച ഭരണി വലിയ തണുപ്പു കൊള്ളിക്കുകയോ തണുത്ത വെള്ളത്തിൽ ഇറക്കിവയ്ക്കുകയോ ചെയ്യാത്തത്.

നമുക്ക് ചായഗ്ലാസിലിട്ട കരണ്ടിയിലേക്കു മടങ്ങാം. അതിട്ടാൽ ഗ്ലാസുടയാത്തത് എന്തുകൊണ്ടാൺ? വളരെ ചൂടുള്ള വെള്ളം ഗ്ലാസിലേക്കു പെട്ടെന്നൊഴിക്കുമ്പോൾ മാത്രമേ അകവശത്തിന്റേയും പുറവശത്തിന്റേയും വികാസം തമ്മിൽ വലിയ അന്തരമുണ്ടായിരിക്കൂ. ഇളംചൂടുള്ള വെള്ളമൊഴിച്ചാൽ ഗ്ലാസു പൊട്ടുകയില്ല. കരണ്ടിയിടുമ്പോൾ എന്താണു സംഭവിക്കുന്നത്? ഗ്ലാസിലേക്കൊഴിക്കുന്ന ചൂടുവെള്ളത്തിന്റെ ചൂടിൽ ഒരംശം ലോഹക്കരണ്ടിയിലേക്കു പോകുന്നു. സ്പടികത്തിൽനിന്നു വ്യത്യസ്തമായി ലോഹം ചൂടു നന്നായി ചാലനം ചെയ്യുമല്ലോ. വെള്ളത്തിന്റെ താപനില താഴുന്നു. അതിപ്പോൾ നിരുപദ്രവമാണെന്നുതന്നെ പറയാം. കാരണം, അതിന് ഇളംചൂടുേയുള്ള. ഈ സമയംകൊണ്ട് ഗ്ലാസു ചൂടുപിടിച്ചുകഴിഞ്ഞിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് ചൂടുവെള്ളം കൂടുതലൊഴിച്ചാൽ അതു പൊട്ടുകയില്ല.

ചൂടുകുടിപ്പറഞ്ഞാൽ, ഒരു ലോഹക്കരണ്ടി, വിശേഷിച്ചും അതു കനത്തതാണെങ്കിൽ, ഗ്ലാസു ഒരേപോലെ ചൂടാവാത്തതുകൊണ്ടുള്ള ദോഷം പരിഹരിക്കുകയും അത് ഉടയാതെ സൂക്ഷിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

വെള്ളിക്കരണ്ടിക്കുള്ള വിശേഷമെച്ചം എന്താൺ? വെള്ളി ചൂടിനെ കൂടുതൽ നന്നായി ചാലനംചെയ്യുന്നുവെന്നതുതന്നെ. ഒരു ചെമ്പുകരണ്ടിയേക്കാൾ വേഗത്തിൽ അതിന് വെള്ളത്തിൽനിന്നു ചൂടു വലിച്ചെടുക്കാൻ കഴിയും. ചൂടുചായയിലിട്ട വെള്ളിക്കരണ്ടി തൊട്ടാൽ പൊള്ളും. ചെമ്പായാൽ പൊള്ളുകയില്ല. കരണ്ടി എന്തുകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതാണെന്ന് അങ്ങിനെ എളുപ്പം തിരിച്ചറിയാം.

സ്പടികഭിത്തികളുടെ അസമമായ വികസനം ചായഗ്ലാസുകൾക്കു മാത്രമല്ല ഭീഷണിയായിട്ടുള്ളത്. ബോയിലറുകളുടെ ഒരു അതിപ്രധാനഭാഗവും അവയിലെ വെള്ളത്തിന്റെ ആഴമളക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നതുമായ വാട്ടർഗേജുകൾക്കും അത് അപകടമാൺ. ചൂടുള്ള ആവിയും വെള്ളവും തട്ടി ചൂടാവുമ്പോൾ ആ സ്പടികക്കുഴലുകളുടെ അകവശം പുറ

വശത്തേക്കാൾ കൂടുതൽ വികസിക്കും. ആവിയും വെള്ളവും കൂടി ആ കഴലുകളിന്മേൽ ചെലുത്തുന്ന ശക്തിയായ മർദ്ദവും കൂടി കണക്കിലെടുക്കുമ്പോൾ അവ ഉടഞ്ഞുപോകാൻ എത്രയോ എളുപ്പമാണെന്നു ബോധ്യമാകും. അതുണ്ടാവാതിരിക്കാൻ വ്യത്യസ്തതരം സ്പ്രിംഗുകൊണ്ടുള്ള രണ്ടു പാളികളോടെ അവ ചിലപ്പോൾ നിർമ്മിക്കപ്പെടാറുണ്ട്. അകത്തെ പാളി പുറത്തേതിനോളം വേഗത്തിൽ വികസിക്കുകയില്ല.

കളിപ്പുരയിലെ ഷൂസ്

“ശൈത്യകാലത്തു് പകലിനു് നീളക്കുറവും രാത്രിയ്ക്കു നീളക്കൂടുതലും വേനൽക്കാലത്തു് നേരേ തിരിച്ചും ആകുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണു്? ശൈത്യകാലത്തു് ദൃശ്യവും അദൃശ്യവുമായ മറ്റൊറ്റൊരു വസ്തുക്കളേയുംപോലെ പകലും ചുരുങ്ങുന്നു. അതുകൊണ്ടു് അതിനു നീളം കുറയുന്നു. നേരേ മറിച്ചു്, ഏറിയെന്നു വിളക്കുകളുടെ ചൂടു തട്ടി രാത്രി വികസിക്കുന്നു.”

ചേമ്പൊവിന്റെ കഥയിലെ പെൻഷൻ പററിയ ദോൻ കൊസാക്കു സാർജൻറിന്റെ ഈ വിചിത്രമായ വ്യാഖ്യാനം എത്ര അസംബന്ധമാണു്! എന്നാൽ ഇത്തരം “കനത്ത” വാദമുഖങ്ങളെ പരിഹസിക്കുന്ന വർത്തനെ ചിലപ്പോൾ ഇത്രതന്നെ അസംബന്ധമായ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ മുന്നോട്ടു വയ്ക്കാറുണ്ടു്. “പാദം ചൂടു പിടിച്ച് വലുതായിപ്പോയതുകൊണ്ടു്” കളിപ്പുരയിൽവെച്ചു് ഷൂസിടാൻ കഴിയാതെപോയ കഥ കേട്ടിട്ടുണ്ടോ? ഒരൊന്നാത്തരം ഉദാഹരണമാണിതു്. പക്ഷെ അതിനുള്ള വ്യാഖ്യാനം നിശ്ശേഷം തെറ്റാണെന്നു മാത്രം.

ഒന്നാമതു്, കളിപ്പുരയിലെ ചൂടുവെള്ളത്തിൽ കളിക്കുമ്പോൾ നമ്മുടെ ദേഹത്തെ ചൂടു് വളരെ നിസ്സാരമായിട്ടേ കൂടുകയുള്ളു—ഏറിവന്നാൽ ഒരു ഡിഗ്രി സെൻറിഗ്രേഡു്. “തുർക്കിക്കുള്ളി” കഴിഞ്ഞാൽ രണ്ടു ഡിഗ്രിവരെ കൂടും. അത്രതന്നെ. നമ്മുടെ ശരീരം ചുറ്റുപാടുമുള്ള ചൂടിനെ വിജയകരമായി ചെറുത്തുനിൽക്കുകയും അതിന്റെ താപത്തെ ഒരു നിശ്ചിതതലത്തിൽ നിലനിർത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. മാത്രമല്ല, നമ്മുടെ ശരീരച്ചൂടില്ലാതാകുന്ന ഈ “വർദ്ധനവു്” ശരീരവ്യാപ്തത്തെ അഗണ്യമായ ഒരു ശംശം മാത്രമേ വർദ്ധിപ്പിക്കൂ. ഷൂസിടുമ്പോൾ അതു് അനുഭവപ്പെടുകയില്ല. നമ്മുടെ അസ്ഥികളുടേയും മാംസത്തിന്റേയും വികാസഘടകം പതിനായിരത്തിലേതാനും അംശങ്ങളിൽ കൂടുകയില്ല. അതുകൊണ്ടു് നമ്മുടെ പാദത്തിന്റെ അടിവശം നൂറിലൊരംശം സെൻറിമീറ്ററു് ഏറിവന്നാൽ വികസിക്കൂ. ഷൂസ് അത്രയും കൃത്യമായി ഒരിക്കലും

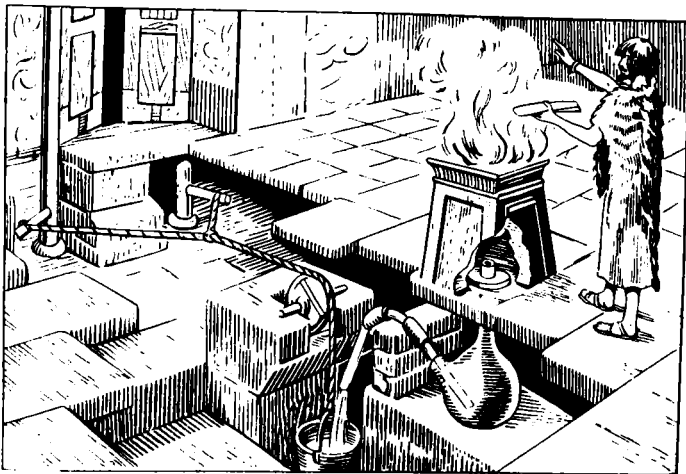
ഉണ്ടാക്കാറില്ലല്ലോ. നൂറിലൊരംശം സെൻറിമീറ്ററെന്നു വെച്ചാൽ ഒരു മുടിയിഴയുടെ വണ്ണമേയുള്ളുവെന്നോർക്കണം!

എന്നിരുന്നാലും നല്ല ചൂടുവെള്ളത്തിൽ കളി കഴിഞ്ഞയടുനെ പൂസിപ്പാൻ വിഷമമാണെന്നത് ഒരു സത്യമാണ്. പക്ഷെ ചൂടുകൊണ്ട് നമ്മുടെ പാദം വികസിക്കുന്നുവെന്നതല്ല ഇതിനു കാരണം. പാദത്തിലേക്കു രക്തം ഇറച്ചുകയറുന്നു. തൊലി വീർത്തു, ഈർപ്പമാർന്നു, മാർദ്ദവമായിരിക്കുന്നു. ചൂടേറിട്ടുള്ള വികസനവുമായി യാതൊരു ബന്ധവുമില്ലാത്ത കാരണങ്ങളാലാണ് അതു സംഭവിക്കുന്നതെന്നു ചുരുക്കം.

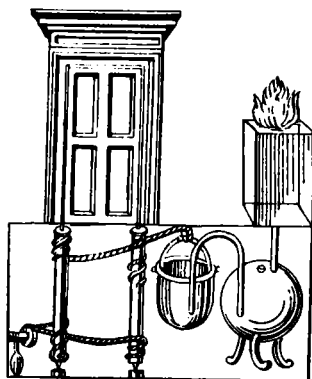
അതുതടയ്ക്കുവാൻ കാട്ടേണ്ടതെങ്ങിനെ?

അലക്സാണ്ട്രിയയിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന ഒരു പ്രാചീനയവനഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു ഹിറോൺ. അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ച ജലധാരയന്ത്രം ഇന്നും അദ്ദേഹത്തിന്റെ പേർ വഹിക്കുന്നു. ഈജിപ്റ്റിലെ പുരോഹിതന്മാർ ‘‘അതുതടയ്ക്ക’’ കാട്ടി ഭക്തജനങ്ങളെ മയക്കാനുപയോഗിച്ച രണ്ടു സമർത്ഥമായ മാർഗ്ഗങ്ങളെ അദ്ദേഹം വിവരിച്ചിട്ടുണ്ട്.

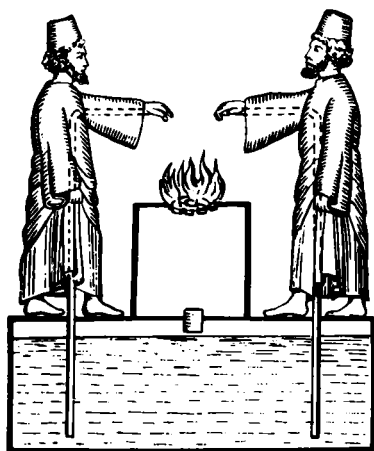
അവയിലൊന്നാണ് ചിത്രം 74-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്. ദേവാലയകവാടങ്ങളുടെ മുമ്പിൽ നിന്നിരുന്ന അകംപൊള്ളയായ അരാത്താര



ചിത്രം 74. ഈജിപ്റ്റിലെ ദേവാലയത്തിലെ ‘‘അതുതടയ്ക്ക’’ത്തിന്റെ ഫലസ്യം. അരാത്താരയിൽ സുഗന്ധദ്രവ്യങ്ങൾ കത്തിക്കുമ്പോൾ കത്തുകൾ തുറക്കുന്നു



ചിത്രം 75. കതകുകൾ എങ്ങിനെ തുറക്കുന്നുവെന്നു് ഈ ചിത്രം വ്യക്തമാക്കുന്നു (ചിത്രം 74-നോടു് താരതമ്യപ്പെടുത്തി നോക്കുക)



ചിത്രം 76. പ്രാചീനപുരോഹിതന്മാർ കാണിച്ച മറ്റൊരു കപടാന്തരം. സുഗന്ധദ്രവ്യം തീയിലേക്കു് ‘‘അവിരാമമായി’’ വീണുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു

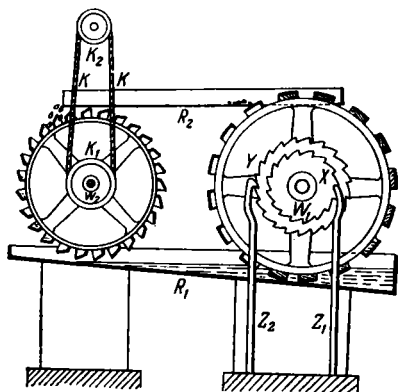
യും ആ കവാടങ്ങൾ തുറക്കാനിടയാക്കിയതും തറക്കല്ലുകൾക്കടിയിൽ മറച്ചുവച്ചിരുന്നതുമായ സംവിധാനവും അതിൽ കാണാം. സുഗന്ധദ്രവ്യങ്ങൾ കത്തിക്കുമ്പോൾ പൊള്ളയായ അംശത്താൽ കത്തിച്ചു വായു തറയ്ക്കടിയിൽ മറച്ചുവച്ചിരിക്കുന്ന പാത്രത്തിലെ വെള്ളത്തിന്മേൽ ശക്തിയായ മർദ്ദം ചെലുത്തുന്നു. വെള്ളം കഴിയില്ലാത്ത ഒരു തൊട്ടിയിലേക്കു വീഴുന്നു. തൊട്ടി താഴുമ്പോൾ കതകു തുറക്കുന്ന മെക്കാനിസം പ്രവർത്തിക്കുന്നു (ചിത്രം 75). കേരളത്തിലെ ദൃഷ്ടിയിൽ അവിടെ നടന്നതു് ഒരു ‘‘അന്തരം’’മായിരുന്നു. പുരോഹിതന്മാർ പ്രാർത്ഥന ചെയ്തിട്ട് സുഗന്ധദ്രവ്യങ്ങൾ കത്തിക്കുന്നതുകൊണ്ടു തന്നെ തുറക്കുന്നു. മറച്ചുവച്ചിരുന്ന മെക്കാനിസത്തെക്കുറിച്ച് അവർ അജ്ഞരായിരുന്നുവെന്നു പറയേണ്ടതില്ലല്ലോ.

പുരോഹിതന്മാർ കാട്ടാറുണ്ടായിരുന്ന മറ്റൊരു വ്യാജമായ ‘‘അന്തരം’’മാണു് ചിത്രം 76-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു്. സുഗന്ധദ്രവ്യത്തെ ലം കത്തുന്നതുകൊണ്ടു വായു ചൂടുകൊണ്ടു് വികസിക്കുകയും അതു് തറയ്ക്കടിയിലുള്ള പാത്രത്തിൽനിന്നു് തൈലത്തെ പുരോഹിതരൂപങ്ങൾക്കുള്ളിൽ മറച്ചുവച്ചിരിക്കുന്ന കഴലുകളിലൂടെ പുറത്തേക്കു് ഒഴുകുകയും

ചെയ്യുന്നു. ഒരിക്കലും അണയാത്ത “അതുത” ജാലയാണ് കേരളനങ്ങൾ കണ്ടത്. എന്നാൽ ഒരിക്കൽ പുരോഹിതൻ തോന്നി, സുഗന്ധദ്രവ്യങ്ങൾ അത്രയും പോരെന്നും. അയാൾ, അറിയാതെ പാത്രത്തിന്റെ മൂടിയിലെ അടപ്പ് മാറി. അതോടെ തൈലത്തിന്റെ ഒഴുക്കു നിന്നു. കാരണം, വായുവിന് ഇപ്പോൾ നിർബാധം പുറത്തു കടക്കാൻ കഴിഞ്ഞു.

തനിയെ മുറുകുന്ന ഘടികാരം

കഴിഞ്ഞ അദ്ധ്യായത്തിന്റെ അവസാനത്തിൽ ഞാൻ തനിയെ മുറുകുന്ന ഒരു ഘടികാരത്തെ വിവരിക്കുകയുണ്ടായല്ലോ. വായുമണ്ഡല മർദ്ദത്തിലെ മാറ്റങ്ങളെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയാണ് അതു പ്രവർത്തിച്ചത്. അതേപോലെ തനിയെ മുറുകുന്നതും എന്നാൽ ചൂടുകൊണ്ടുള്ള വികാസത്തെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയതുമായ ഘടികാരങ്ങളെപ്പറ്റിയാണ് ഞാൻ ഇവിടെ പറയാൻ പോകുന്നത്. അവയിലൊന്നിന്റെ മെക്കാനിസം ചിത്രം 77-ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. Z_1 , Z_2 എന്ന രണ്ടു ദണ്ഡുകളാണ് പ്രധാനപ്പെട്ട അംശം. വളരെയേറെ വികസനക്ഷമതയുള്ള ഒരു പ്രത്യേകതരം ലോഹക്കൂട്ടുകൊണ്ടു നിർമ്മിച്ചതാണവ. Z_1 എന്ന ദണ്ഡ് വികസിക്കുമ്പോൾ X എന്ന ചക്രത്തെ പല്ലിൽ കൊള്ളത്തി തിരിക്കുന്നു. Z_2 എന്ന ദണ്ഡ് ചൂടടുമ്പോൾ Y എന്ന ചക്രത്തെ പല്ലിൽക്കൊള്ളത്തി അതേ ദിശയിൽ തിരിക്കുന്നു. രണ്ടു ചക്രങ്ങളും W_1 എന്ന അച്ചുതണ്ടിലാണു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത്. അതേ അച്ചുതണ്ടിൽത്തന്നെ അറകളോടു കൂടിയ വലിയൊരു ചക്രം തിരിയുന്നുണ്ട്. ഈ അറകൾ താഴെ ചെരിച്ചുവച്ചിരിക്കുന്ന R_1 എന്ന തൊട്ടിയിൽ നിന്നും രസത്തെ മുകളിൽ നേരെ എതിരായി ചെരിച്ചുവച്ചിരിക്കുന്ന R_2 എന്ന പാത്തിയിലേക്ക് ഒഴുകുന്നു. രസം ആ പാത്തിയിലൂടെ ഇടതുവശത്തു



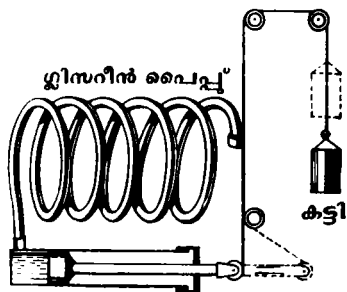
ചിത്രം 77. തനിയെ നടക്കുന്ന ഘടികാരം.

സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്ന മറ്റൊരു ചക്രത്തിലെ അറകളിലേക്കു വീഴുന്നു. അറകൾ നിറയുമ്പോൾ ചക്രം തിരിയുന്നു. ഒപ്പം, അതേ അച്ചുതണ്ടിൽത്തന്നെ (W_2) ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന K_1 എന്ന ചക്രത്തേയും K_2 എന്ന ചക്രത്തേയും കൂട്ടിയിണക്കുന്ന KK എന്ന ചങ്ങലയും തിരിയുന്നു. K_2 എന്ന ചക്രം ഘടികാരസൂചിപ്രിംഗ് മുറിക്കുന്നു. അതേ സമയം ഇടതുവശത്തെ വലിയ ചക്രത്തിലെ അറകളിൽനിന്നും രസം R_1 -ലേക്ക് വീഴുകയും അതിലൂടെ ഒഴുകി വലതുവശത്തെ ചക്രത്തിലെത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. അങ്ങിനെ ആ പ്രക്രിയ വീണ്ടും ആവർത്തിക്കപ്പെടുന്നു.

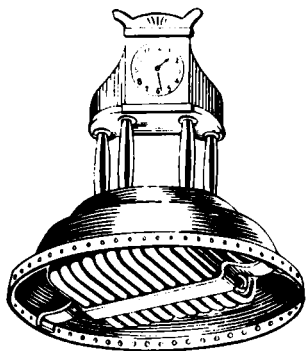
Z_1, Z_2 എന്നീ ബ്ലോക്കുകൾ വികസിക്കുകയും ചുരുങ്ങുകയും ചെയ്യുന്ന കാലത്തോളം ഘടികാരം പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ടേയിരിക്കും. ഘടികാരം നടത്താൻ വായുവിന്റെ താപനില കൂടിയും കുറഞ്ഞുമിരുന്നാൽ മാത്രം മതി. അതാകട്ടെ, നമ്മുടെ ഇടപെടൽകൂടാതെ നടന്നുകൊള്ളുകയും ചെയ്യും. അപ്പോൾ ഈ ഘടികാരത്തെ "നിലയ്ക്കാത്ത യന്ത്രം" മായി വിശേഷിപ്പിക്കാമോ? സാധ്യമല്ല. അതിന്റെ മെക്കാനിസം തേഞ്ഞുപോകുന്നതുവരെ ഘടികാരം നടക്കുമെന്നതു ശരിതന്നെ. പക്ഷെ അതിനെ നടത്തുന്നത് ചുറ്റുമുള്ള വായുവിന്റെ ചൂടാണ്. ഇത്തരം ഘടികാരങ്ങളിൽ ചൂടുകൊണ്ടുള്ള വികസനമെന്ന പ്രവർത്തനം കററൈക്കറൈയായി സഞ്ചയിക്കപ്പെടുകയും ഘടികാരസൂചികൾ നീക്കാനായി ഇടതടവില്ലാതെ ചലവഴിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ശരിക്കു പറഞ്ഞാൽ ഇതൊരു "ഭാഗശക്തി"യത്രമാണ്. കാരണം, നമ്മുടെ മേൽനോട്ടമൊന്നുമില്ലാതെതന്നെ നടന്നുകൊള്ളും. പക്ഷെ അത് ശൂന്യതയിൽനിന്നും ഉൾജ്വലമുണ്ടാക്കുന്നില്ല. ഭൂമിയെ ചൂടാക്കുന്ന സൂര്യന്റെ ചൂടാണ് അതിന്റെ പ്രധാന ഉറവിടം.

ഏതാണ്ടിതേ സംവിധാനത്തോടുകൂടിയ മറ്റൊരു സ്വയംപ്രവർത്തകഘടികാരത്തിന്റെ മാതൃകയാണ് 78, 79 എന്നീ ചിത്രങ്ങളിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഇതിലെ പ്രധാനഘടകം ഗ്ലിസറിനാണ്. വായുവിന്റെ താപം കൂടുമ്പോൾ ഗ്ലിസറിൻ വികസിക്കുകയും ചെറിയൊരു കട്ടിയെ മേലോട്ടു പൊക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. കട്ടി താഴുമ്പോൾ ഘടികാരം നടക്കുന്നു. ഗ്ലിസറിൻ പൂജ്യത്തിനു താഴെ 30° സെൻറിഗ്രേഡിലേ ഉറച്ചു കട്ടിയാവൂ. $+290^\circ$ യിലേ തിളയ്ക്കൂ. അതുകൊണ്ട് ഈ മെക്കാനിസം പട്ടണക്കവലകളിലെ ഘടികാരങ്ങൾക്കു പററിയതാണ്. അതിനെ നടത്താൻ താപനിലയിൽ രണ്ടു ഡിഗ്രി വ്യത്യാസമുണ്ടായാൽ മതി. അത്തരമൊരു ഘടികാരം റൊണ്ടു മുഴവൻ പരീക്ഷിച്ചുനോക്കി. ഫലം തികച്ചും തൃപ്തികരമായിരുന്നു.

ഇത്തരത്തിലുള്ള കൂടുതൽ വലിയ യന്ത്രങ്ങൾ നിർമ്മിച്ചതുകൊണ്ട് എന്തെങ്കിലും മെച്ചമുണ്ടോ? ഇതുപോലൊരു "ഭാഗശക്തി"യത്രം വള



ചിത്രം 78. തനിയെ നടക്കുന്ന മറ്റൊരു ഘടികാരത്തിന്റെ പ്ലാൻ

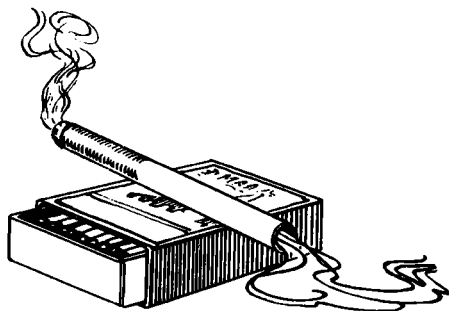


ചിത്രം 79. തനിയെ നടക്കുന്ന ഘടികാരം. ഗ്ലിസറിനുള്ള കഴൽ ഘടികാരത്തിന്റെ ചുവട്ടിൽ ഭളിച്ചുവച്ചിരിക്കുന്നു

ഒരു ലാഭകരമാണെന്ന് ഒരു നോട്ടത്തിൽ തോന്നാം. അതു വാസ്തവമാണോയെന്നു നോക്കാം. ഒരു സാധാരണഘടികാരം 24 മണിക്കൂർ സമയത്തേക്ക് ചാവികൊടുത്തു നടത്താൻ $\frac{1}{7}$ കിലോഗ്രാം മീറ്റർ ഊർജ്ജം മതിയാകും. എന്നുവെച്ചാൽ ഒരു സെക്കണ്ടിൽ $\frac{1}{600,000}$ കിലോഗ്രാംമീറ്റർ എന്നർത്ഥം. ഒരു കതിരശക്തി 75 കിലോഗ്രാംമീറ്റർ/സെക്കണ്ടിനു തുല്യമാണ്. അപ്പോൾ ഒരു ഘടികാരം നടത്താൻ $\frac{1}{45,000,000}$ കതിരശക്തി മതിയാകും. ചിത്രം 77-ലെ ദണ്ഡുകൾക്കോ ചിത്രം 78-ലെ സംവിധാനത്തിനോ ഒരു കോപ്പെക്കാണ് മുടക്കെത്തിൽ, ഒരു കതിരശക്തി ഉല്പാദിപ്പിക്കാൻ 45,000,000 കോപ്പെക്ക് അഥവാ 450,000 റൂബിൾ മുടക്കണമെന്നർത്ഥം. ഒരു കതിരശക്തിക്ക് ഏതാണ്ട് അഞ്ചുലക്ഷം റൂബിൾ! "ഭാനശക്തി"യത്രമുണ്ടാക്കാൻ ഇതു സ്വല്പം കൂടുതലാണ്!

വിജ്ഞാനപ്രദമായ സിഗ്നൽ

കാർഡ്ബോർഡറത്തോടുകൂടിയ ഒരു സിഗ്നൽ തീപ്പെട്ടിയുടെ പുറത്തിരിക്കുന്നു (ചിത്രം 80). സിഗ്നലിന്റെ രണ്ടറ്റത്തുനിന്നും പുക വരുന്നുണ്ട്. പക്ഷെ ഒറ്റത്തട്ട് അതു മേലോട്ടുയരുമ്പോൾ മറ്റേ അറ്റം

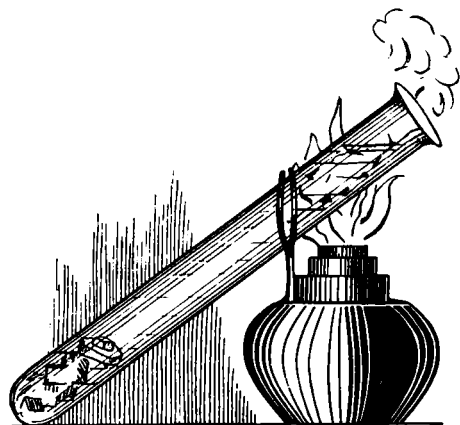


ചിത്രം 80. പുക ഒരറ്റത്തുനിന്നു മേലോട്ടും
മറേ അറ്റത്തുനിന്നു താഴോട്ടും പോകുന്നതെ
ന്തുകൊണ്ട്?

ഇത് താഴോട്ടു പോകുന്നു. എന്തുകൊണ്ട്? ഒരേ പുകയല്ലേ രണ്ടറ്റത്തു
നിന്നും വരുന്നത്? ശരിതന്നെ. പക്ഷെ എരിയുന്ന അറ്റത്തു് ചൂടുള്ള
വായുവിന്റെ ഒരു പ്രവാഹം മേലോട്ടുയരുന്നുണ്ട്. അതു് പുകയുടെ
കണങ്ങളെ മേലോട്ടു വഹിക്കുന്നു. എന്നാൽ പുകയോടൊപ്പം കാർഡ്
ബോർഡറത്തുകൂടി പുറത്തുവരുന്ന വായു തണുക്കുന്നതുകൊണ്ട് മേലോട്ടു
പൊങ്ങുന്നില്ല. പുകയുടെ കണങ്ങൾക്കു് വായുവിനേക്കാൾ ഭാരമുള്ളതു
കൊണ്ട് അവ താഴോട്ടൊഴുകുന്നു.

തിളച്ച വെള്ളത്തിൽ ഉരുകാത്ത ഐസ്

ഒരു ടെസ്റ്റ് ട്യൂബിൽ വെള്ളം നിറച്ചു് അതിൽ ഒരു ഐസ് ക്യൂട്ട
ഇടുക. അതു പൊങ്ങിവരാതിരിക്കാൻ വേണ്ടി (ഐസിന് വെള്ള
ത്തോളം ഭാരമില്ലല്ലോ) ഇയക്കട്ടെയോ മറോ ഇട്ടു് താഴ്ത്തിവയ്ക്കുക.
അതേസമയം വെള്ളത്തിന് ഐസുമായി സ്വച്ഛമായ സമ്പർക്കമുണ്ടാ
യിരിക്കണം. അടുത്തതായി ടെസ്റ്റ് ട്യൂബിന്റെ മുകൾഭാഗത്തു് മാത്രം
തീ കൊള്ളത്തക്കവണ്ണം അതു് ഒരു സ്ലിരിട്ട് ലാമ്പിന്റെ മുകളിൽ
പിടിച്ച് ചൂടാക്കുക (ചിത്രം 81). താമസിയാതെ വെള്ളം തിളച്ചു്
ആവി പൊങ്ങുന്നതു കാണാം. എന്നാൽ, വിചിത്രമെന്നു പറയട്ടെ,
ട്യൂബിന്റെ ചുവട്ടിൽ കിടക്കുന്ന ഐസ് ഉരുകുന്നില്ല. ചെറിയൊരു
അളുതും തന്നെ. തിളച്ച വെള്ളത്തിൽ ഐസ് ഉരുകുന്നില്ല!



ചിത്രം 81. മുകളിൽ വെള്ളം തിളയ്ക്കുമ്പോഴും അടിയിൽ ഐസ് ഉരുകുന്നില്ല

ടെസ്റ്റ് ട്യൂബിന്റെ അടിയിലുള്ള വെള്ളം തിളയ്ക്കുന്നേയില്ല എന്നതിലാണ് സൂത്രം കിടക്കുന്നത്. അതു തണുത്തുതന്നെയിരിക്കും. വാസ്തവത്തിൽ “തിളച്ച വെള്ളത്തിൽ കിടക്കുന്ന ഐസ്” അല്ല, “തിളച്ച വെള്ളത്തിനടിയിൽ കിടക്കുന്ന ഐസ്” ആണ് നാം കാണുന്നത്. പൂർണ്ണ വികസിക്കുമ്പോൾ വെള്ളത്തിന്റെ ഭാരം കുറയുന്നു. അത് ട്യൂബിന്റെ അടിയിലേക്കു പോകാതെ മുകളിൽത്തന്നെ നിൽക്കുന്നു. ചൂടുവെള്ളവും ചൂടുവെള്ളത്തിന്റേയും തണുത്ത വെള്ളത്തിന്റേയും സമ്മിശ്രമുള്ളത് ട്യൂബിന്റെ മുകൾഭാഗത്തു മാത്രമാണ്. ചാലകംവഴിമാത്രമേ ചൂടിനെ താഴോട്ട് ഇറക്കാൻ കഴിയൂ. വെള്ളം ചൂടിന്റെ ഒരു മോശപ്പെട്ട ചാലകമാണെന്നും.

ഐസിന്റെ മീതെയോ താഴെയോ?

വെള്ളം ചൂടാക്കാൻ പാത്രം തീയുടെ വശത്തല്ല, നേരെ മുകളിലാണ് വയ്ക്കുന്നത്. അങ്ങിനെയാണു വേണ്ടതും. കാരണം, ചൂടു പിടിച്ചുവായു ഭാരം കുറഞ്ഞ് പാത്രത്തിന്റെ ചുവട്ടിൽനിന്നു മേലോട്ടുയർന്ന് പാത്രത്തെ പൊതിയുന്നു. അതുകൊണ്ട്, ചൂടാക്കേണ്ട വസ്തു തീയുടെ നേരെ മുകളിൽ പിടിക്കുന്നതാണ് ചൂടിന്റെ ഉറവിടത്തെ ഏറ്റവും പ്രയോജനപ്രദമായി ഉപയോഗിക്കാനുള്ള മാർഗ്ഗം.

എന്നാൽ ഐസുപയോഗിച്ച് ഒരു സാധനം തണുപ്പിക്കണമെങ്കിലോ? പലരും ആ സാധനം—ഉദാഹരണത്തിന് ഒരു മൊത്ത പാൽ—ഐസിന്റെ മീതെയാണു വയ്ക്കുന്നത്. അതു ശരിയല്ല. കാരണം, ഐസിന്റെ മുകളിലുള്ള വായു തണുക്കുമ്പോൾ അതു താഴുകയാണു ചെയ്യുന്നത്. ചുറ്റുപാടുന്നിന്നും കൂടുതൽ ചൂടുള്ള വായു അതിന്റെ സ്ഥാനമെടുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അതുകൊണ്ട്, ഭക്ഷണമോ പാനീയമോ തണുപ്പിക്കണമെങ്കിൽ അതു ഐസിന്റെ മുകളിൽ വയ്ക്കുകയല്ല, മറിച്ച് ഐസ് അതിന്റെ മുകളിൽ വയ്ക്കുകയാണു വേണ്ടതു്.

ഞാൻ ഇതു് കറേക്കുടി വ്യക്തമാക്കാം. നാം ഒരു പാത്രം വെള്ളം ഐസിന്റെ മീതെ വയ്ക്കുമ്പോൾ അടിവശത്തെ വെള്ളം മാത്രമേ തണുക്കൂ. ബാക്കിയുള്ള വെള്ളത്തിന്റെ ചുറ്റുമുള്ളതു് തണുക്കാത്ത വായുവാണു്. എന്നാൽ ഐസ് പാത്രത്തിന്റെ മൂടിയിൽ വച്ചാൽ വെള്ളം എത്രയോ കൂടുതൽ വേഗം തണുക്കും. തണുത്ത സ്കറങ്ങൾ മുകളിൽനിന്നു താഴോട്ടിറങ്ങും. അടിയിൽനിന്നു മേലോട്ടുയരുന്ന ചൂടുള്ള സ്കറങ്ങൾ അവയുടെ സ്ഥാനമെടുക്കുകയും ചെയ്യും. വെള്ളം മുഴുവനും തണുക്കുന്നതു വരെ ഈ പ്രക്രിയ തുടരും. (ശുദ്ധജലം പുഷ്യം ഡിഗ്രി സെൻറിഗ്രേഡുവരെ തണുക്കുകയില്ല. + 4° ഏകദേശ മാത്രമേ തണുക്കൂ. ആ താപനിലയിലാണു് അതിനു് ഏറ്റവും മധ്യം ഘനത്വമുള്ളതു്. നമ്മൾ പാനീയങ്ങളെ ഒരിക്കലും പുഷ്യം ഡിഗ്രിവരെ തണുപ്പിക്കാറില്ലല്ലോ.) ആ സമയത്തു് ഐസിനു ചുറ്റുമുള്ള തണുത്ത വായുവും താഴോട്ടിറങ്ങി പാത്രത്തെ പൊതിയുന്നതാണു്.

അടച്ചിട്ട ജനാലയിലൂടെ വായുവൊഴുക്കു്

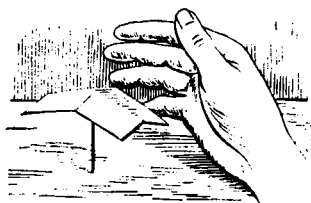
ചേർത്തടച്ചതും ഒരൊറ്റ വിടവുപോലുമില്ലാത്തതുമായ ജനാലയിലൂടെ നമുക്കു് പലപ്പോഴും വായുവൊഴുക്കു് അനുഭവപ്പെടാറുണ്ടു്. വിചിത്രമെന്നു തോന്നാമെങ്കിലും ഇതിൽ അത്ഭുതപ്പെടേണ്ടതില്ല.

മുറിയിലെ വായു ഒരിക്കലും നിശ്ചലമല്ല. വായു ചൂടാവുകയോ തണുക്കുകയോ ചെയ്യുന്നതനുസരിച്ചു് ഒരു അദൃശ്യപ്രവാഹം ഒഴുകിക്കൊണ്ടിരിക്കും. ചൂടാകുമ്പോൾ വായുവിനു കൂടുതൽ നേർമ്മയും ലാഘവത്വവും കൈവരുന്നു. തണുക്കുമ്പോൾ അതിനു് കൂടുതൽ കട്ടിയും ഭാരവും വയ്ക്കുന്നു. ജനാലകളിൽനിന്നും തണുത്ത ചുമരിൽനിന്നും തണുത്തു് ഭാരിച്ച വായു മുറിയുടെ നിലത്തേയ്ക്കു താഴുകയും ചൂടുള്ള ലഘുവായ വായു മച്ചിലേക്കുയരുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഒരു ബലൂണിന്റെ സഹായത്തോടെ എളുപ്പം തെളിയിക്കാവുന്നതാണിത്. അതു മേലോട്ടു പൊങ്ങിപ്പോകാതെ വായുവിൽ സ്വച്ഛമായി സഞ്ചരിക്കത്തക്കവണ്ണം ചെറിയൊരു കട്ടി കെട്ടിത്തുടക്കണം. തീർത്തിയപ്പോഴുടെ അടുത്തു കൊണ്ടുപോയി ബലൂൺ വിടുക. അതു മുറിയിലൂടെ നീങ്ങുന്നതു ശ്രദ്ധിക്കുക. അദൃശ്യപ്രവാഹത്തിൽപ്പെട്ട് അത് തീർത്തിയപ്പോഴുടെ അടുത്തുനിന്നു മച്ചിലേക്കും അവിടന്ന് ജനാലയുടെ അടുത്തേക്കും അവിടന്ന് നിലത്തേക്കും നിലത്തുനിന്നു വീണ്ടും തീർത്തിയപ്പോഴുടെ അടുത്തേക്കും നീങ്ങുന്നതു കാണാം. വീണ്ടും അതേ യാത്ര. ഇതുകൊണ്ടാണു് ശൈത്യകാലത്തു് ജനാല എത്ര ചേർത്തടച്ചാലും നമുക്കു് അതിലൂടെ—വിശേഷിച്ചും കാൽച്ചുവട്ടിലായി—വായുവൊഴുകു് അനുഭവപ്പെടുന്നതു്.

ദുർഗ്രഹമായ കറക്കം.

ഒരു നേർത്ത സിഗട്ടുകടലാസിൽനിന്നും ദീർഘചതുരാകൃതിയിലുള്ള ഒരു കഷണം മുറിച്ചെടുക്കുക. പകുതിക്കു വച്ചു മടക്കി വീണ്ടും നിവർത്തുക. ആ മടക്കിലായിരിക്കും കടലാസുതൂങ്ങിന്റെ ഗുരുത്വാകേന്ദ്രം. ഒരു സൂചിയെടുത്തു് മേശപ്പുറത്തു് കത്തിനിർത്തിയിട്ടു് ഗുരുത്വാകേന്ദ്രമായ ബിന്ദു സൂചിമുന്നയിൽ കൊള്ളത്തക്കവണ്ണം കടലാസുതൂങ്ങു് അതിന്മേൽ വയ്ക്കുക. ഇപ്പോഴതു് സമതുലിതാവസ്ഥയിലാണു്. ഇതേവരെ ദുർഗ്രഹമായിട്ടൊന്നുമില്ല. ഇനി നിങ്ങളുടെ കൈപ്പത്തി ചിത്രം 82-ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ അതിനടുത്തേക്കു കൊണ്ടുവരിക. (സൂക്ഷിച്ചുവേണം ഇതു ചെയ്യാൻ. അല്ലെങ്കിൽ അതിന്റെ കാരറ്ററു് കടലാസു താഴെ വീഴും). കടലാസു് കുറങ്ങിത്തുടങ്ങുന്നതു കാണാം. ആദ്യം മെല്ലെയായിരിക്കും. പിന്നീടു് കൂടുതൽ വേഗത്തിലാവും. കൈ മാറിയാൽ കറക്കം നിൽക്കും. കൈ വീണ്ടും അടുപ്പിച്ചാൽ കറക്കം തുടരും.



ചിത്രം 82. കടലാസു് തിരിയുന്നതെന്തുകൊണ്ടു്?

ഈ അതുടതകരമായ കറക്കം കണ്ടു് ഒരു കാലത്തു്—1870-കളിൽ—പലരും വിശ്വസിച്ചു, നമുക്കു്, അഥവാ നമ്മുടെ ശരീരത്തിന്നു്, പ്രകൃത്യതീതമായ എന്തൊക്കെയോ ഗുണവിശേഷങ്ങളുണ്ടെന്നു്. മനുഷ്യശരീരത്തിൽ വിചിത്രദ്രാവകങ്ങളുണ്ടെന്നു തങ്ങളുടെ സിദ്ധാ

നത്തിനുള്ള സ്ഥിരീകരണമായി മിസ്സിക്കുകൾ അതിനെ വ്യാഖ്യാനിച്ചു. ഇതിൽ അസ്വാഭാവികമായിട്ടൊന്നുമില്ലെന്നതാണ് സത്യം. എല്ലാം വളരെ ലളിതമാണ്. കൈ അടുത്തു കൊണ്ടുവരുമ്പോൾ അതിന്റെ സാമീപ്യത്താൽ ചൂടാകുന്ന കാരറ്റ് മേലോട്ടുയരുകയും കടലാസുതൂണ്ടിൽ മർദ്ദം ചെലുത്തി അതിനെ കറക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. കറച്ചു മടങ്ങിയിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ് അതു കറങ്ങുന്നത്. വിളക്കിനു മുകളിൽ കെട്ടിത്തൂക്കിയിടുന്ന ഒരു കടലാസുചുരുളിന്റെ അതേ പങ്കാണ് ഇതും വഹിക്കുന്നത്.

കടലാസുതൂണ്ടു് എല്ലാജ്യോഴും ഒരേ ദിശയിലാണ് കറങ്ങുന്നതെന്നു് ശ്രദ്ധിച്ചു നോക്കിയാൽ കാണാം—കണക്കെയിൽനിന്നു് വിരലറത്തേക്കു്. വിരലറങ്ങൾ ഉള്ളുകൈയേക്കാൾ എപ്പോഴും കൂടുതൽ തണുത്തിരിക്കുമെന്നതാണ് ഇതിനു കാരണം. അതുകൊണ്ടു് ഉള്ളുകൈയിൽനിന്നു് വിരലറങ്ങളിൽനിന്നുള്ളതിനേക്കാൾ കൂടുതൽ ശക്തിയായ വായുപ്രവാഹം മേലോട്ടു പൊങ്ങുന്നു. പനിയുള്ള ഒരാം കൈ വച്ചാൽ കടലാസു് കൂടുതൽ വേഗം കറങ്ങുന്നതാണ്. ഒരു കാലത്തു് പലർക്കും ദുർഗ്രഹമായിരുന്ന ഈ കറക്കത്തെ പുരസ്കരിച്ചു് 1876-ൽ മോസ്കോ മെഡിക്കൽ സൊസൈറ്റിയിൽ ഒരു പ്രബന്ധം അവതരിപ്പിക്കുകയുണ്ടായെന്നറിയുന്നത് രസാവഹമായിരിക്കും (എൻ. പി. നെച്ചായെവ്, “കൈച്ചൂടിനാൽ ലഘുവസ്തുക്കൾക്കു സംഭവിക്കുന്ന കറക്കം”).

രോമക്കോട്ടു് ചൂടു പകരുമോ?

നിങ്ങളുടെ രോമക്കോട്ടു് നിങ്ങൾക്കു് അശേഷം ചൂടു പകരുന്നില്ലെന്നു പറഞ്ഞാൽ ഞാൻ കളിയാക്കുകയാണെന്നു നിങ്ങൾ ധരിക്കാനിടയുണ്ടു്. ഞാനതു തെളിയിച്ചുതന്നാലോ? ഈയൊരു പരീക്ഷണം നടത്തിനോക്കുക.

ഒരു ഉഷ്ണമാപിനിയെടുത്തു് അതിലെ താപനില നോക്കിവയ്ക്കുക. അതൊരു രോമക്കോട്ടിൽ പൊതിഞ്ഞു് ഏതാനും മണിക്കൂർ വച്ചിട്ടു് വീണ്ടും താപനില നോക്കുക. മുമ്പത്തേതു തന്നെയായിരിക്കും. രോമക്കോട്ടു് ചൂടു പകരുന്നില്ലെന്നു് ഇപ്പോൾ ബോദ്ധ്യമായോ? അതു് തണുപ്പു പകരുന്നതെന്നു തോന്നുന്നുണ്ടോ? ഐസു നിറച്ച രണ്ടു സഞ്ചികളെടുത്തു് ഒരേണ്ണം രോമക്കോട്ടിൽ പൊതിഞ്ഞുവയ്ക്കുക. മറേറതു് ഒരു പിഞ്ഞാണത്തിലും വയ്ക്കുക. പിഞ്ഞാണത്തിലെ സഞ്ചിയിലുള്ളതെ ഐസു് ഉരുകിക്കഴിയുമ്പോൾ രോമക്കോട്ടു തുറന്നു നോക്കുക. അതിലെ സഞ്ചിയിലുള്ളതെ ഐസു് ഉരുകിയിട്ടില്ലെന്നതന്നെ പറയാം. കോട്ടു്

അതിനു തെല്ലും ചൂട് പകർന്നിട്ടില്ലെന്നു വ്യക്തം. മറിച്ച്, തണുപ്പ് പകർന്നിട്ടുണ്ടോയെന്നു തോന്നിപ്പോകും. അതിലെ ഐസുരുകാൻ കൂടുതൽ സമയമെടുത്തല്ലോ!

രോമക്കോട്ട് ചൂട് പകരുന്നില്ല. വിളക്കും അടുപ്പം ചൂട് തരുന്നു. നമ്മുടെ ശരീരവും ചൂട് തരുന്നു. അവയെല്ലാം ചൂടിന്റെ ഉറവിടങ്ങളാണ്. രോമക്കോട്ട് ചൂടിന്റെ ഉറവിടമല്ല. പകരാനായി അതിന് തനതായൊരു ചൂടില്ല. നമ്മുടെ ശരീരത്തിലെ ചൂട് നഷ്ടപ്പെടുന്നതിനെ അതു തടയുന്നേയുള്ളൂ. അതുകൊണ്ടാണ് ശരീരത്തിൽത്തന്നെ ചൂടുള്ള ഉഷ്ണരക്തജന്തുക്കൾക്ക് രോമാവരണമുള്ളപ്പോൾ കൂടുതൽ ചൂടനുഭവപ്പെടുന്നത്. എന്നാൽ നമ്മൾ പരീക്ഷണത്തിനുപയോഗിച്ച ഉഷ്ണമാപിനി ചൂടിന്റെ ഉറവിടമല്ലാത്തതിനാൽ രോമക്കോട്ടിൽ പൊതിഞ്ഞതുകൊണ്ടുമാത്രം അതിലെ താപനിലയിൽ മാറ്റമുണ്ടാവുകയില്ല. ചൂടിനെ മോശമായി ചാലനംചെയ്യുന്ന രോമം ചുറ്റുമുള്ള ചൂട് അകത്തേക്കു പ്രവേശിക്കുന്നതു തടഞ്ഞതുകൊണ്ടാണ് രോമക്കോട്ടിൽ പൊതിഞ്ഞ ഐസുരുകാൻ കൂടുതൽ സമയമെടുത്തത്.

നിലത്തു കിടക്കുന്ന മഞ്ഞും രോമക്കോട്ടു പോലെയാണ്. പൊടിയുടെ രൂപത്തിലുള്ള എല്ലാ വസ്തുക്കളേയും പോലെ അത് ചൂടിനെ മോശമായി ചാലനം ചെയ്യുകയും അങ്ങിനെ അടിയിൽ കിടക്കുന്ന തറയിലെ ചൂട് പുറത്തു പോകുന്നതു തടയുകയും ചെയ്യുന്നു. മഞ്ഞിനടിയിലുള്ള തറയ്ക്ക് പലപ്പോഴും വെറുംതറയേക്കാൾ 10° സെ. കൂടുതൽ താപം കാണും.

അതുകൊണ്ട് രോമക്കോട്ടു ചൂട് പകരുമോ എന്ന ചോദ്യത്തിനുള്ള ഉത്തരം ഇതാണ്: അതു നമ്മെ സ്വയം ചൂടാക്കാൻ സഹായിക്കുന്നേയുള്ളൂ. നമ്മൾ രോമക്കോട്ടിനു ചൂട് പകരുകയാണു വാസ്തവത്തിൽ ചെയ്യുന്നത്.

കാൽച്ചവട്ടിൽ കാലമേതാണ്?

നിലത്തും മുകളിലും വേനൽക്കാലമാണ്. മൂന്നു മീറ്റർ ചുവട്ടിലോ? വേനലാണെന്നാണോ വിചാരം? നിങ്ങൾക്കു തെറ്റുപറ്റി. നമ്മൾ വിചാരിക്കുന്നതുപോലെ നിലത്തിനു മുകളിലും താഴെയും ഒരേ കാലമല്ല. തറ ഒരു മോശപ്പെട്ട ഉഷ്ണചാലകമാണെന്നതാണ് കാരണം. ലെനിൻഗ്രാഡിൽ ഏറ്റവും കടുത്ത തണുപ്പുത്തുപോലും വെള്ളക്കുഴലുകൾ പൊട്ടാറില്ല. അവ തറയ്ക്ക് രണ്ടു മീറ്റർ കീഴെയാണ്. തറയുടെ മുകളിലുള്ള താപത്തിന്റെ ഏറ്റക്കുറച്ചിലുകൾ തറയ്ക്കടിയിലുള്ള വിവിധസ്തരങ്ങളിലെത്തുന്നത് വളരെ വൈകിയാണ്. മൂന്നു മീറ്റർ താഴെ ഏറ്റവും ചൂടുള്ള സമയം 76 ദിവസം വൈകിയും ഏറ്റവും തണുപ്പുള്ള സമയം

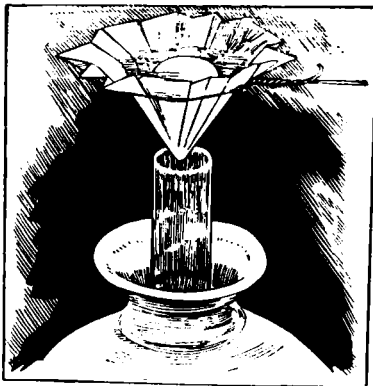
108 ദിവസം വൈകിയുമാണെന്നതെന്ന് ലെനിൻഗ്രാഡ് പ്രദേശത്തുള്ള സ്ലൂത്സ്കി എന്ന പട്ടണത്തിൽ നേരിട്ട നടത്തിയ അളവെടുപ്പുകൾ തെളിയിച്ചു. തറയ്ക്കു മുകളിൽ ഏറ്റവും ചൂടുള്ള ദിവസം ജൂലൈ 25 ആണെങ്കിൽ മൂന്നു മീറ്റർ താഴെ അത് ഒക്ടോബർ 9 ആയിരിക്കും. മാർച്ച്, മുകളിൽ ഏറ്റവും തണുപ്പുള്ള ദിവസം ജനുവരി 15 ആണെങ്കിൽ താഴെ അത് മേയിലായിരിക്കും. കൂടുതൽ ആഴത്തിൽ ഇതിലും വൈകും.

താഴോട്ടു ചെല്ലുന്തോറും താപനിലയിലുള്ള ഏറ്റക്കുറച്ചിലുകൾ ചുരുങ്ങിച്ചുരുങ്ങി ഒരു നിശ്ചിത ആഴത്തിലെത്തുമ്പോൾ താപനില സ്ഥിരമാകും. നൂറാണ്ടുകളായി ആണ്ടിലെല്ലാ ദിവസവും ഒരേ താപനിലയായിരിക്കും. ആ സ്ഥലത്തെ ശരാശരി വാർഷികതാപനിലയാണത്. പാരീസിലെ നക്ഷത്രനിരീക്ഷണശാലയുടെ തറയുടെ 28 മീറ്റർ അടിയിലുള്ള അറകളിൽ 150 വർഷങ്ങൾക്കു മുമ്പ് ലവോയ്സിയർ സ്ഥാപിച്ച ഒരു ഉഷ്ണമാപിനിയുണ്ട്. അതിലെ രസത്തിന്റെ നിരപ്പ് ഒരു തലനാരിഴയിട മാറിയിട്ടില്ല. $+11.7^{\circ}$ സെ. എന്ന താപനിലയിൽത്തന്നെ അതു നിൽക്കുന്നു.

ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ, കൂൽച്ചുവട്ടിലുള്ള കാലം മുകളിലത്തേതിൽനിന്നു വിഭിന്നമായിരിക്കും. നമുക്ക് ശൈത്യകാലമായിരിക്കുമ്പോൾ മൂന്നു മീറ്റർ താഴെ ശരൽക്കാലമായിട്ടേയുള്ളൂ. നമുക്കുണ്ടായിരുന്നതുപോലത്തെ ശരൽക്കാലമായിരിക്കുകയില്ല അതെന്നതു ശരിതന്നെ. കാരണം, താപനിലയിലുള്ള കുറവ് അത്ര പ്രകടമായിരിക്കുകയില്ല. നമുക്ക് വേനലായിരിക്കുമ്പോൾ അത് താഴെ ശൈത്യകാലത്തെ കൊടുമഞ്ഞു പൂർണ്ണമായും വിട്ടുമാറിക്കാണുകയില്ല. ഭൂഗർഭജീവിതത്തെ കൈകാര്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ഈ പ്രധാനസംഗതി എപ്പോഴും ഓർമ്മവേണം. കിഴങ്ങുവർഗ്ഗങ്ങളുടേയും മരങ്ങളുടെ വേരുകളുടേയും കാര്യമെടുക്കാം. മരവേരുകളിൽ കോശങ്ങൾ പെരുകുന്നത് ശൈത്യകാലത്താണ്. തറയുടെ മുകളിലുള്ള തായ്ത്തണ്ടിലേതിൽനിന്നു വ്യത്യസ്തമായി കാംബിയം എന്നു പറയപ്പെടുന്ന ടിഷ്യൂ ചൂടുകാലത്തു നിശ്ശേഷം നിഷ്ക്രിയമാണെന്നതന്നെ പറയാം.

കടലാസുകടം

ചിത്രം 83 നോക്കുക. ഒരു കടലാസുകപ്പിൽ മുട്ട പൂഴുന്നു. കടലാസ് കത്തിപ്പോവുകയില്ലേ? വെള്ളം ചോർന്ന് തീയണയുകയില്ലേ? നിങ്ങൾതന്നെ പരീക്ഷിച്ചുനോക്കുക. ഒരു തുണ്ട് കട്ടിയുള്ള മെഴുക്കടലാസെടുത്തു് ഒരു കമ്പിയിൽ ഘടിപ്പിക്കുക (ചിത്രം 84-ൽ കാണിച്ചിരി



ചിത്രം 83. കടലാസുകമ്പിളിൽ മുട്ട പൂഴ്ത്താം.

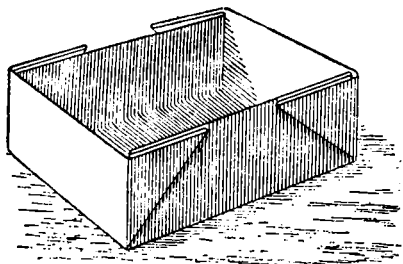
ക്കുന്നതുപോലുള്ള ഒരു കടലാസുപെട്ടിയാണെങ്കിൽ കറേള്ളടി നന്ന്). കടലാസിന്റേ ഒരു സംഭവിക്കുകയില്ല! തിളനിലയായ 100 സെ.വരെ മാത്രമേ വെള്ളത്തെ ചൂടാക്കാൻ കഴിയൂ എന്നതാണ് കാരണം. ചൂടുവലിച്ചെടുക്കാൻ വലിയ കഴിവുള്ള വെള്ളം കടലാസിൽനിന്നും അധികപ്പറായ ചൂടു വലിച്ചെടുക്കുന്നു. കടലാസ് 100 ഡിഗ്രിയിൽ കൂടുതൽ ചൂടാക്കാൻ—അതായത്, കത്തിപ്പോകുന്നതു ചൂടാക്കാൻ—അത് അനുവദിക്കുന്നില്ല.

തീ തട്ടിയാൽപ്പോലും കടലാസ് കത്തുകയില്ല.

ചായപ്പാത്രം തകരാതിരിക്കുന്നതും വെള്ളത്തിന്റെ ഈ ഗുണംകൊണ്ടാണ്. ശുദ്ധക്കറവുകൊണ്ട് വെള്ളമൊഴിക്കാതെ ചായപ്പാത്രം അടുപ്പുവച്ചാൽ അതാണ് സംഭവിക്കുക. വിളക്കിയ പാത്രങ്ങൾ വെള്ളമൊഴിക്കാതെ അടുപ്പുവെക്കുന്നവർക്കുതാല്പര്യം ഇതേ കാരണത്താലാണ്.

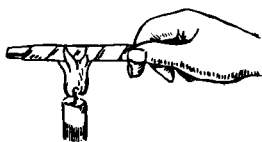
നിങ്ങൾക്കു വേണമെങ്കിൽ ചീട്ടുകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ ഒരു കൊച്ചുപെട്ടിയിൽ ഈയയുണ്ടു ഉൾക്കാം. പെട്ടിയ്ക്കകത്തെ ഈയയുണ്ടു നേരെ തീയുടെ മുകളിൽ പിടിക്കുക. ഈയം നല്ലൊരു ഊഷ്മാലകമായതുകൊണ്ട് അത് പെട്ടിയുടെ ചൂടു അതിവേഗം വലിച്ചെടുക്കുകയും 335° സെൻറിഗ്രേഡിനപ്പുറം ചൂടാകുന്നതു തടയുകയും ചെയ്യും. ഈയം ആ ചൂടിൽ ഉരുകും. എന്നാൽ പെട്ടി കത്തിപ്പോകാൻ അത്ര പോരാതാനും.

മറ്റൊരു ലളിതമായ പരീക്ഷണമാണ് ചിത്രം 85-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഒരു തടിച്ച ആണിയോ അനുസൃതകമ്പിയോ (ചെമ്പാണെങ്കിൽ കൂടുതലുത്തമം) എടുക്കുക. വീതി കുറഞ്ഞ ഒരു

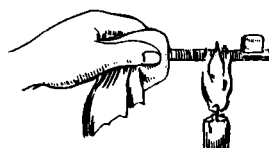


ചിത്രം 84. വെള്ളം തിളപ്പിക്കാനുള്ള കടലാസുപെട്ടി

തുണ്ട് കടലാസെടുത്തു അതിൽ അമർത്തി ചുറ്റിയിട്ട് തീയുടെ മുകളിൽ പിടിക്കുക. തീ തട്ടി കടലാസ് പുകയുമെങ്കിലും കമ്പി ചൂടു പഴുത്ത ശേഷം മാത്രമേ അത് കത്തിത്തുടങ്ങൂ. ലോഹം നല്ലൊരു ഊഷ്മാല കമാണെന്നതാണ് കാരണം. ഉദാഹരണത്തിന് ഒരു സ്റ്റിക്കിക്കമ്പ് ഈ



ചിത്രം 85. തീപിടിക്കാത്ത കടലാസ്



ചിത്രം 86. തീ പിടിക്കാത്ത നൂൽ

പരീക്ഷണത്തിന് തീരെ പറിയതല്ല. മറ്റൊരു പരീക്ഷണമാണ് ചിത്രം 86-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഒരു താക്കോലിന്മേൽ അമർത്തിച്ചുറിയ നൂൽ തീ കൊണ്ടിട്ടു കത്തുന്നില്ല.

*

ഐസ് തെന്നുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?

നമ്മൾ മിനുസമുള്ള തറയിൽ തെന്നിവിഴാനാണ് കൂടുതലുള്ളത്. അപ്പോൾ ഒരേ നിരപ്പിൽ മിനുസമായി കിടക്കുന്ന ഐസല്ലേ സമനിരപ്പല്ലാത്ത ഐസിനേക്കാൾ കൂടുതൽ തെന്നുക? പക്ഷെ ഒരു ഹിമവണ്ടി നിരപ്പായ ഐസിന്മേലല്ല, നിരപ്പല്ലാത്ത ഐസിന്മേലാണ് കൂടുതലുള്ളത് നീങ്ങുന്നത്. ഹിമവണ്ടിയിൽ കയറിയിട്ടുള്ള വടക്കൻ രാജ്യക്കാർക്ക് അനുഭവമുള്ളതാണിത്. നിരപ്പല്ലാത്ത ഐസ് മിനുസമുള്ള ഐസിനേക്കാൾ തെന്നുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണ്? ഐസ് തെന്നുന്നത് അത് മിനുസമായിരിക്കുന്നതുകൊണ്ടല്ല, മർദ്ദമേറുമ്പോൾ അതിന്റെ ഉരുകൽബിന്ദു താഴുന്നതുകൊണ്ടാണ്.

നമ്മൾ ഹിമവണ്ടിയിൽ പോകുമ്പോഴോ സ്റ്റേറ്ററു ചെയ്യുമ്പോഴോ സംഭവിക്കുന്നതെന്താണെന്നു നോക്കാം. സ്റ്റേറ്ററു ചെയ്യുമ്പോൾ നമ്മൾ നമ്മുടെ ദേഹത്തിന്റെ മുഴുവൻ ഭാരവും ഏതാനും ചതുരശ്രമീറ്റിമീറ്റർ മാത്രം വരുന്ന ഒരു ചെറിയ ക്ഷേത്രത്തിൽ ചെലുത്തുകയാണു ചെയ്യുന്നത്. ഈ പുസ്തകത്തിലെ രണ്ടാമദ്ധ്യായം ഓർക്കുക. സ്റ്റേറ്ററുചെയ്യുന്നയാൾ ഐസിന്മേൽ ഗണ്യമായ മർദ്ദം ചെലുത്തുന്നുണ്ട്. മർദ്ദം കൂടുമ്പോൾ ഐസ് താണ താപനിലയിൽ ഉരുകുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് ഐസി

ന്റെ താപനില പുഷ്പത്തിന് 5° സെ താഴെയാണെന്നിരിക്കട്ടെ. സ്റ്റേറൈലൈസേഷനായതിന്റെ മർദ്ദം സ്റ്റേറൈലൈസേഷനായിലുള്ള ഐസിന്റെ ഉരുകൽബിന്ദുവിനെ ആറോ ഏഴോ ഡിഗ്രി കുറച്ചാൽ ആ ഐസ് ഉരുകും. സ്റ്റേറൈസിന്റെ അടിവശത്തിനും ഐസിനുമിടയ്ക്ക് വെള്ളത്തിന്റെ നേരിയ ഒരു പാളിയുണ്ടാകുന്നു. സ്റ്റേറൈലൈസേഷനായാൽ തെന്നിപ്പോകാനുള്ള കാരണമിതാണ്. അയാൾ മുന്നോട്ടു നീങ്ങുമ്പോൾ ഇതുതന്നെ ആവർത്തിക്കുന്നു. വെള്ളത്തിന്റെ ഒരു നേർത്ത പാളിയിന്മേൽ അനുസൃതം തെന്നിനീങ്ങുകയാണയാൾ. ഐസിനു മാത്രമേ ഈ ഗുണമുള്ളൂ. “പ്രകൃതിയിൽ തെന്നുന്ന ഒരേയൊരു വസ്തു” വെന്ന് ഒരു സോവിയറ്റ് ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ അതിനെ വിശേഷിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. മറ്റു വസ്തുക്കൾക്കു മിനുസമുണ്ടെങ്കിലും അവ തെന്നുന്നില്ല.

നമുക്ക് മുമ്പത്തെ ചോദ്യത്തിലേക്കു മടങ്ങാം. നിരപ്പല്ലാത്ത ഐസ് നിരപ്പായ ഐസിനേക്കാൾ തെന്നുന്നതെന്തുകൊണ്ട്? ഒരേ ഭാരംതന്നെ കൂടുതൽ ചെറിയ ക്ഷേത്രത്തിൽ കൂടുതൽ മർദ്ദം ചെലുത്തുന്നുവെന്നു നമുക്കറിയാം. ഒരാം കൂടുതൽ മർദ്ദം ചെലുത്തുന്നത് നിരപ്പായ ഐസിന്റേ പാറോ അതോ നിരപ്പല്ലാത്ത ഐസിന്റേലോ? നിരപ്പല്ലാത്തതിന്റേലോണെന്നു വ്യക്തമാണ്. കാരണം, അയാൾ ഐസിന്റെ ഏതാനും മുഴകളിന്മേൽ മാത്രമേ തൊട്ടു നിൽക്കുന്നുള്ളൂ. മർദ്ദം കൂടുന്തോറും ഐസ് കൂടുതൽ വേഗം ഉരുകുകയും അങ്ങിനെ കൂടുതൽ തെന്നുകയും ചെയ്യുന്നു—ഹിമവണ്ടിയിലെ തെന്നുപലകയ്ക്ക് വേണ്ടത്ര വീതിയുണ്ടായിരിക്കണമെന്നു മാത്രം (സ്റ്റേറൈലൈസേഷനിലെ നേർത്ത അലകുകൾക്ക് ഇതു ബാധകമല്ല. കാരണം, മുഴകളെ ഭേദിക്കാൻ ചലനം—ഉൾജ്ജം ചെലവഴിക്കപ്പെടുന്നു).

മർദ്ദത്തിൻകീഴിൽ മഞ്ഞിന്റെ ഉരുകൽബിന്ദു ഇങ്ങനെ താഴുന്നതാണ് നമ്മൾ ചുറ്റുപാടും കാണുന്ന പലതിനും കാരണമായിരിക്കുന്നത്. ഐസിന്റെ പല കട്ടകൾ ഒന്നിച്ചുചേർത്തിയാൽ ഉറച്ചു ഒറിക്കുകയാണെന്നത് ഇതുകൊണ്ടാണ്. മഞ്ഞുണ്ടകൾ എറിഞ്ഞുകളിക്കുന്ന കട്ടി കൾ ഈ ഗുണം അവരറിയാതെ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നുണ്ട്. മഞ്ഞുതരികൾ ഉരട്ടിയുണ്ടയാക്കാൻ ചെലുത്തുന്ന മർദ്ദം അവയുടെ ഉരുകൽബിന്ദുവിനെ താഴ്ത്തുന്നതുകൊണ്ടാണ് അവ ഒന്നിച്ചൊട്ടുന്നത്. മഞ്ഞുമനുഷ്യനെ ഉണ്ടാക്കാനും നാം ഇതേ തത്വമാണ് പ്രയോഗിക്കുന്നത്. (കൊടും തണുപ്പ് മഞ്ഞുണ്ടകളും മഞ്ഞുമനുഷ്യരുമുണ്ടാക്കാൻ സാധ്യമാകാത്തതു് എന്തുകൊണ്ടാണെന്നു ഞാൻ വിശദീകരിക്കേണ്ടയാവശ്യമില്ലല്ലോ.) നടപ്പാതയിലൂടെ നടക്കുന്ന അനേകം പാദങ്ങളുടെ സമ്മർദ്ദം മൂലം മഞ്ഞു് ക്രമേണ ഒരൊറ്റ ഐസുകട്ടയായിത്തീരുന്നു.

ഐസിന്റെ ഉരുകൽബിന്ദു ഒരു ഡിഗ്രി സെൻറിഗ്രേഡ് താഴ്ക്കാൻ ഗണ്യമായൊരു മർദ്ദം—ചതുരശ്രസെൻറിമീറ്ററിന് 130 കിലോഗ്രാം

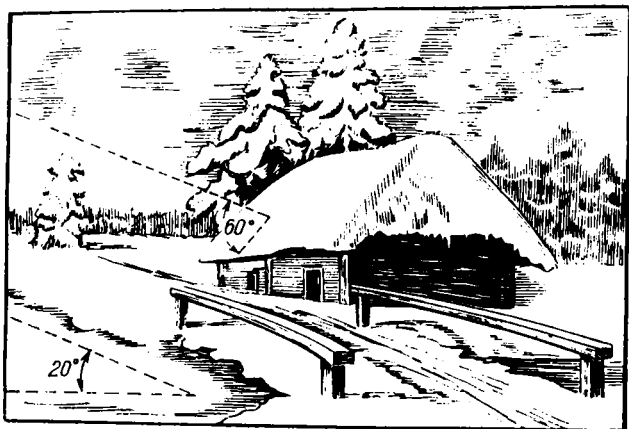
—ചെലുത്തണമെന്ന് കണക്കാക്കിയിട്ടുണ്ട്. ഉരകുന്ന സമയത്തു് ഐസും വെള്ളവും രണ്ടും ഒരേ മർദ്ദത്തിനു വിധേയമാകുന്നുണ്ടെന്ന് ഓർക്കണം. മുകളിൽ വിവരിച്ച ദൃഷ്ടാന്തങ്ങളിൽ ഐസിന്മേൽ മാത്രമാണ് ശക്തിയായ മർദ്ദം ചെലുത്തിയതു്. ഐസുരുകിയുണ്ടായ വെള്ളത്തെ വായുമണ്ഡലമർദ്ദം മാത്രമേ ബാധിക്കുന്നുള്ളൂ. അതുകൊണ്ടു് ഐസിന്റെ ഉരകൽബീന്ദുവിന്മേൽ മർദ്ദത്തിനുള്ള സ്വാധീനം കൂടുതൽ വലുതാണ്.

ഐസിക്കിളികളുടെ പ്രശ്നം

മേൽക്കൂരയുടെ ഇറമ്പിൽ തൂങ്ങിക്കിടക്കുന്ന ഐസിക്കിളികൾ അഥവാ ഹിമക്കതിരുകൾ രൂപംകൊള്ളുന്നതെങ്ങിനെയാണെന്നു ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ? അവ എപ്പോഴാണ് രൂപമെടുക്കുന്നതു്? മഞ്ഞു് ഉരകുമ്പോഴോ ഉറഞ്ഞു് കട്ടിയാവുമ്പോഴോ? ഉരകുമ്പോഴാണെങ്കിൽ പൂജ്യത്തിനു മീതെയുള്ള താപനിലയിൽ വെള്ളം എങ്ങിനെ കട്ടിയാവുന്നു? മറിച്ച്, മഞ്ഞു് ഉറയുമ്പോഴാണ് അതുണ്ടാവുന്നതെങ്കിൽ കട്ടിയായ വെള്ളം എവിടുന്നു വന്നു?

പ്രശ്നം വിചാരിച്ചപോലെ ലളിതമല്ലെന്നു മനസ്സിലായല്ലോ. ഐസിക്കിളികളുണ്ടാവാൻ ഒരേ സമയത്തു് രണ്ടു താപനിലകൾ ഉണ്ടാവേണ്ടിയിരിക്കുന്നു—ഉരകാൻ പൂജ്യത്തിനു മീതെ ഒരു താപനിലയും ഉറയാൻ പൂജ്യത്തിനു താഴെ ഒരു താപനിലയും. ഇതാണ് വാസ്തവത്തിൽ നടക്കുന്നതും. ചെരിഞ്ഞ മേൽക്കൂരകളിന്മേലുള്ള മഞ്ഞു് വെയിലുതട്ടി ചൂടാകുന്നു. അതിന്റെ താപനില പൂജ്യത്തിനു മീതെയാവുന്നു. അതു് ഉരകുന്നു. എന്നാൽ ഇറമ്പിൽനിന്നു താഴോട്ടു് ഇററിറുവീഴുന്ന വെള്ളം ഉറഞ്ഞു് കട്ടിയാവുന്നു. കാരണം, അവിടെ താപനില പൂജ്യത്തിനു താഴെയാണ്. (മേൽക്കൂരയ്ക്കടിയിലുള്ള ചൂടപിടിച്ച മുറിയിൽ നിന്നു പ്രസരിക്കുന്ന ചൂടുകൊണ്ടുണ്ടാവുന്ന ഐസിക്കിളികളെയല്ല നാമുദ്ദേശിക്കുന്നതു്.)

ഇങ്ങനെയൊരു ചിത്രം സങ്കല്പിച്ചുനോക്കൂ. സൂര്യപ്രകാശമുള്ള ഒരു തെളിഞ്ഞ ദിവസം. പൂജ്യത്തിനു് ഒന്നോ രണ്ടോ ഡിഗ്രി മുകളിലാണ് താപനില. സർവ്വതും വെയിലിൽ കളിച്ചു നിൽക്കുന്നു. സൂര്യന്റെ ചെരിഞ്ഞുവീഴുന്ന കിരണങ്ങൾക്കു് നിലത്തു കിടക്കുന്ന മഞ്ഞിനെ ഉരക്കാനുള്ള ശക്തിയില്ല. എന്നാൽ സൂര്യനു് അഭിമുഖമായി ചാഞ്ഞിരിക്കുന്ന മേൽക്കൂരയിന്മേൽ സമകോണത്തോടടുത്ത ഒരു കോണത്തിൽ അവ വന്നു വീഴുന്നതുകൊണ്ടു് അവ മേൽക്കൂരയെ ചൂട പിടിപ്പിക്കുകയും അതി



ചിത്രം 87. സൂര്യകിരണങ്ങൾ ചെറിഞ്ഞ മേൽക്കൂരയെ തറയേക്കാളേറെ ചൂടുപിടിപ്പിക്കുന്നു

നേലുള്ള മഞ്ഞിനെ ഉരുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. സൂര്യകിരണങ്ങൾക്കും അവ പതിക്കുന്ന തലത്തിനും ഇടയ്ക്കുള്ള കോണം വലുതാകുന്നതാകാം സൂര്യനിൽ നിന്നുള്ള ചൂടും വെളിച്ചവും കൂടും. ആ കോണത്തിന്റെ സൈനിസ് നേർ അനുപാതമാണത്. ചിത്രം 87-ൽ പുറപ്പറഞ്ഞ മഞ്ഞിന് നിലത്തെ മഞ്ഞിനേക്കാൾ രണ്ടര ഇരട്ടി ചൂട് കിട്ടുന്നു. കാരണം, 60° യുടെ സൈൻ 20° യുടെ സൈനിന്റെ രണ്ടര ഇരട്ടിയാണ്. ഉതകിയ മഞ്ഞത് ഇറമ്പത്തുനിന്നും ഇറുവീഴുന്നു. എന്നാൽ ഇറമ്പിനടിയിലെ താപനില പുഷ്യത്തിന് താഴെയാകയാൽ വെള്ളത്തുള്ളി ഉറഞ്ഞു കട്ടിയാവുന്നു (ബാഷ്പീകരണം അതിനെ കൂടുതൽ തണുപ്പിച്ചിരിക്കും). മറെറാരു തുള്ളി തണുത്തുറഞ്ഞ തുള്ളിയുടെ മീതെ വീഴുന്നു. അതും ഉറഞ്ഞു കട്ടിയാവുന്നു. തുടർന്ന് മൂന്നാമത്, നാലാമത്, അങ്ങിനെയങ്ങിനെ ഗുളളികൾ വീണ്ടുവീണ് കട്ടിയായി ഐസിന്റെ ചെറിയൊരു തോരണം തീർക്കുന്നു. രണ്ടു ദിവസം കഴിഞ്ഞു, അല്ലെങ്കിൽ ഒരാഴ്ച കഴിഞ്ഞു, ഇതേ കാലാവസ്ഥ ആവർത്തിക്കുന്നു. തോരണം നീളുന്നു. ഐസിന്റെ വളരുന്നു. ചുണ്ണാമ്പുകല്ലാറ് ഗുഹകളിലുണ്ടാവുന്നതെങ്ങിനെയോ അങ്ങിനെ. ഇപ്രകാരമാണ് ഷഡ്ഡുകൾക്കുടേയും പൊതുവിൽ ചൂടുപിടിപ്പിക്കാത്ത പുരകൾക്കുടേയും ഇറമ്പുകളിൽ ഐസിക്കിളകളുണ്ടാവുന്നത്.

സൂര്യകിരണങ്ങളുടെ പതനകോണത്തിലുള്ളവാനുമാകുന്ന മാറ്റം ഇതിലുപയോഗിച്ചോ ബൃഹത്തായ പ്രതിഭാസങ്ങൾക്കിടയാക്കുന്നു. വ്യത്യസ്തമായ

കാലാവസ്ഥാമേഖലകൾക്കും ജന്തുക്കൾക്കും ഒരു വലിയ പരിധിവരെ കാരണമിതാണ്. ഇതു മാത്രമല്ല കാരണം. പകലിന്റെ, അഥവാ സൂര്യൻ ഭൂമിക്കു ചൂടു പകരുന്ന സമയത്തിന്റെ, ദൈർഘ്യത്തിലുള്ള വ്യത്യാസമാണ് മറ്റൊരു പ്രധാനഘടകം. ജന്തുക്കളുണ്ടാകുന്നതെന്തുകൊണ്ടോ അതേ ഖഗോളീയകാരണത്താലാണ് ഇതും സംഭവിക്കുന്നത്— സൂര്യൻ ചുറ്റുമുള്ള ഭൂമിയുടെ പരിക്രമണതലത്തോടു ഭൂമിയുടെ ഘൂർണ്ണന അക്ഷത്തിനുള്ള ചെരിവ്. ശൈത്യകാലത്തും വേനൽക്കാലത്തും സൂര്യൻ നമ്മിൽനിന്ന് ഏതാണ്ടോരേ ദൂരത്തിലാണ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്. ഭൂമദ്ധ്യരേഖയിൽനിന്നും ധ്രുവങ്ങളിൽനിന്നും അതിനു തുല്യദൂരമാണെന്നു പറയാം. നമുക്ക് തീർത്തും അവഗണിക്കാവുന്നത്ര നിസ്സാരമാണ് വ്യത്യാസം. എന്നാൽ ഭൂമദ്ധ്യരേഖയിൽ സൂര്യകിരണങ്ങളുടെ പതനകോണം ധ്രുവങ്ങളിലേതിനേക്കാൾ വലുതാണ്. അതുപോലെതന്നെ വേനൽക്കാലത്തും പതനകോണം ശൈത്യകാലത്തേക്കാൾ വലുതാണ്. ഇത് താപനിലയിലും അങ്ങിനെ പ്രകൃതിയിൽ പൊതുവിലും പ്രകടമായ മാറ്റങ്ങൾ വരുത്തുന്നു.

•

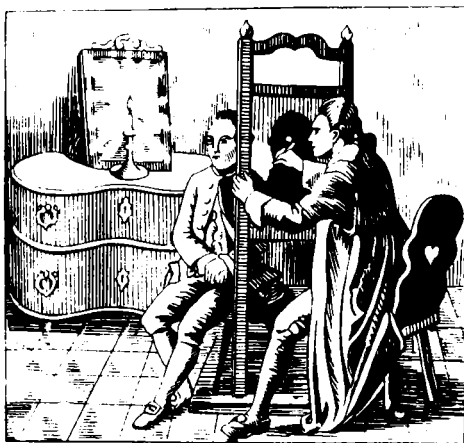
പിടികൂടപ്പെട്ട നിഴലുകൾ

നമ്മുടെ പൂർവികർക്ക് സ്വന്തം നിഴലുകളെ പിടികൂടാൻ കഴിഞ്ഞിരുന്നില്ലെങ്കിൽപോലും പ്രയോജനപ്പെടുത്താൻ കഴിഞ്ഞു. അവയുടെ സഹായത്തോടെ അവർ 'സിലുവെറുകൾ' അഥവാ നിഴൽചിത്രങ്ങൾ വരച്ചു.

ഇന്ന് നമ്മൾ നമ്മുടേയും നമുക്കു പ്രിയപ്പെട്ടവരുടേയും പടമെടുക്കാൻ ഫോട്ടോ സ്റ്റുഡിയോയിൽ പോകുന്നു. എന്നാൽ 18-ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ഫോട്ടോഗ്രാഫി കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിരുന്നില്ല. ചിത്രമെഴുതുകാർ വലിയ തുക ആവശ്യപ്പെട്ടിരുന്നതുകൊണ്ട് പണക്കാർക്കു മാത്രമേ അവരെ സമീപിക്കാൻ കഴിഞ്ഞുള്ളൂ. സിലുവെറുകൾ പ്രചാരത്തിൽ വരാനുള്ള കാരണമതാണ്. ഒരതിർത്തിവരെ അവ ഇന്നത്തെ സ്റ്റാപ്ഷോട്ടുകൾക്കു പകരമായിരുന്നു.

സിലുവെറുകൾ പിടികൂടപ്പെട്ട നിഴലുകളല്ലാതെ മറ്റൊന്നുമല്ല. അവ ലഭിച്ചത് യാത്രികമായ വഴിക്കാണ്. ഒരു കാര്യത്തിൽ അവ ഫോട്ടോഗ്രാഫിക്കു നേർവിപരീതമാണ്. ഫോട്ടോഗ്രാഫർമാർ പ്രകാശമുപയോഗിച്ച് ചിത്രമെടുക്കുന്നു (പ്രകാശമെന്നതിനുള്ള ഗ്രീക്കുപദമാണ് ഫോട്ടോസ്). നമ്മുടെ പൂർവികർ നിഴലുപയോഗിച്ച് ചിത്രമെടുത്തു.

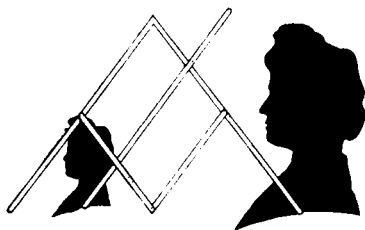
സിലുവെറുകൾ വരച്ചിരുന്നതെങ്ങിനെയാണെന്നു ചിത്രം 88-ൽ നോക്കിയാൽ മനസ്സിലാവും. നിഴലിൽനിന്ന് സവിശേഷമായ പാർശ്വരൂപം കിട്ടത്തക്കവണ്ണം തല തിരിച്ചു പിടിക്കുന്നു. ആ രൂപം പെൻസിൽ കൊണ്ട് അടയാളപ്പെടുത്തി അകം കറുപ്പിക്കുന്നു. പിന്നീട് വെട്ടിയെടുത്ത് ഒരു വെളുത്ത പശ്ചാത്തലത്തിൽ ഒട്ടിച്ചുകഴിയുമ്പോൾ സിലുവെറായി. ആവശ്യമുള്ളപ്പോൾ പാൻറോഗ്രാഫ് (ചിത്രം 89) എന്ന പ്രത്യേക ഉപകരണം വഴി സിലുവെററിന്റെ വലിപ്പം കറുത്തുവുന്നതാണ്.



ചിത്രം 88. നിഴൽചിത്രങ്ങൾ വരയ്ക്കാനുള്ള പഴയ മാർഗ്ഗം

ഈ ലളിതമായ കരിരൂപത്തിന് മൂലത്തിന്റെ സവിശേഷലക്ഷണങ്ങൾ പകർത്താൻ കഴിയുകയില്ലെന്നു ധരിക്കാമത്. നല്ലൊരു സിലവെറു ചിലപ്പോൾ അതുതകരമാവണ്ണം മൂലത്തോടു ഒത്തിരിക്കും.

ഈ ഗുണം ചില ചിത്രകാരന്മാരുടെ ശ്രദ്ധയിൽ പെടുകയും അവർ ആ രീതിയിൽ പടംവരച്ചുകൊണ്ട് ഒരു പുതിയ സമ്പ്രദായത്തിലുള്ള



ചിത്രം 89. നിഴൽചിത്രത്തിന്റെ വലിപ്പം കറയ്ക്കുന്നതിനെക്കുറിച്ച്



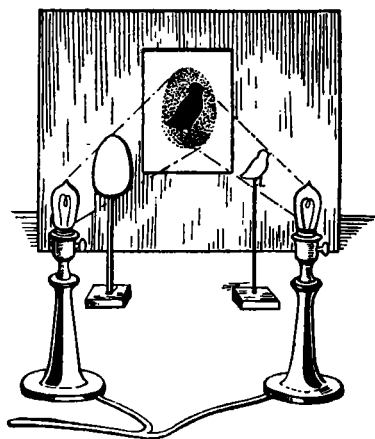
ചിത്രം 90. ജർമ്മൻ കവി ഷില്ലെറുടെ നിഴൽചിത്രം (1790)

ചിത്രമെഴുത്തിനു തുടക്കമിടുകയും ചെയ്തു. ഈ വാക്ക് എങ്ങിനെ ഉരുവിപ്പാക്കുന്നതെന്നതുതന്നെ രസകരമാണ്. പതിനെട്ടാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ഫ്രാൻസിലെ ധനകാര്യമന്ത്രിയായിരുന്ന എറൈൻ ഡി സിലവെറിൽ നിന്നാണ് അതിന്റെ ഉത്ഭവം. ധൂർത്തടിച്ച നടന്നിരുന്ന സമകാലീനരോട് അദ്ദേഹം പിടിപ്പു കാട്ടാൻ ഉപദേശിച്ചു. ചിത്രങ്ങൾക്കും മറ്റാപടങ്ങൾക്കും വേണ്ടി പണം ദുർവ്വയം ചെയ്യുന്നവരെ അദ്ദേഹം ആക്ഷേപിച്ചു. ചിലവുകുറഞ്ഞ നിഴൽചിത്രങ്ങൾക്ക് അങ്ങിനെയാണ് "à la silhouette" എന്ന വിശേഷണം കിട്ടിയത്.

മുട്ടയുടെ മുട്ടകൾ കോഴിക്കുഞ്ഞു്

നിഴലിന്റെ പ്രത്യേകതകളുപയോഗിച്ച് കൂട്ടുകാരെ പറിക്കാൻ കഴിയും. ഒരു കാർഡ് ബോർഡിൽ ചതുരത്തിൽ ഒരു തുളയുണ്ടാക്കി അവിടെ ഒരു മെഴുക്കടലാസ് ഒട്ടിച്ചുവെച്ച് ഒരു മറയുണ്ടാക്കുക. ആ മറയുടെ പിന്നിൽ ഷെയ്ഡിലാത്ത രണ്ടു മേശവിളക്കുകൾ വെച്ചിട്ട് കൂട്ടുകാരെ മറയ്ക്കു മുറുപ്പിലിരുത്തുക. ഇടതുവശത്തെ വിളക്കു തെളിക്കുക. മറയ്ക്കും വിളക്കിനുമിടയിലായി ദീർഘവൃത്താകൃതിയിലുള്ള ഒരു കാർഡ് ബോർഡുകയ്ക്കണം ഒരു കമ്പിയിൽ കത്തിനിർത്തുക. കൂട്ടുകാർ സ്വാഭാവികമായും മുട്ടയുടെ രൂപം കാണും. ഈ സമയത്തു് മററു വിളക്കു് തെളിയിച്ചിട്ടില്ല. ഇനി കൂട്ടുകാരോടു പറയുക, അവർക്കു് ഒരു എക്സ്പറീമെന്റു് ചെയ്യാൻ കഴിയുമെന്നു്. അതുതന്നെ! മുട്ടയുടെ നിഴൽ മങ്ങുന്നതും അതിന്റെ നടുവിൽ ഒരു കോഴിക്കുഞ്ഞിന്റെ രൂപം തെളിഞ്ഞുവരുന്നതും അവർ കാണുന്നു (ചിത്രം 91).

കാര്യം വളരെ ലളിതമാണ്. വലതുവശത്തെ വിളക്കിനും മറയ്ക്കുമിടയിൽ കാർഡ് ബോർഡിൽ വെട്ടിയെടുത്ത ഒരു കോഴിക്കുഞ്ഞിനെ കത്തിനിർത്തിയിട്ട് വിളക്കു തെളിക്കുക. കോഴിക്കുഞ്ഞിന്റെ നിഴൽ മുട്ട



ചിത്രം 91. വ്യാജമായ "എക്സ്പറീമെന്റ്"

യുടെ നിഴലിൽ പതിക്കുന്നു. മുട്ടയുടെ നിഴലിന്റെ കരെ ഭാഗത്തു വലതുവശത്തെ വിളക്കിൽനിന്നുള്ള വെളിച്ചം വീഴുന്നതുകൊണ്ട് ആ ഭാഗം മങ്ങിയിരിക്കും. നിങ്ങളുടെ പ്രവൃത്തികൾ കൂട്ടുകാർ കാണാത്തതുകൊണ്ട് ഭൗതികത്തേയും ശരീരശാസ്ത്രത്തേയും കുറിച്ച് പിടിപാടില്ലാത്തവർ യഥാർത്ഥത്തിൽ വിശ്വസിച്ചെന്നുവരും, നിങ്ങൾ മുട്ടയുടെ എക്സ്റേ എടുത്തിരിക്കുകയാണെന്ന്.

ഹാസ്യരൂപത്തിലുള്ള ഫോട്ടോകൾ

ലെൻസിനു പകരം വെറുമൊരു കൊച്ചു ദ്വാരമുപയോഗിച്ച് ക്യാമറയുണ്ടാക്കാൻ കഴിയുമെന്ന കാര്യം പലർക്കും അറിയാമായിരിക്കില്ല. മങ്ങിയ ചിത്രമേ കിട്ടുവെന്നതു ശരിയാണ്. ഈ ‘‘ലെൻസില്ലാത്ത’’ ക്യാമറയുടെ രസകരമായ ഒരു രൂപഭേദമാണ് ‘‘ചീന്തു’’ ക്യാമറ (slit camera). വട്ടത്തിലുള്ള ദ്വാരത്തിനു പകരം അതിലുള്ളതു് കുറച്ചൊളം രണ്ടു ചീന്തുകളാണ്. ആ ക്യാമറയിൽ മുൻഭാഗത്തായിട്ടു് രണ്ടു ചെറിയ തകിടുകളുണ്ടു്. ഒന്നിൽ ക്ഷിതിജമായ ചീന്തും മറേറതിൽ കത്തനെയുള്ള ചീന്തുമാണുള്ളതു്. രണ്ടു തകിടുകളും ചേർന്നിരിക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന ചിത്രം ദ്വാരമുള്ള ക്യാമറയിൽ കിട്ടുന്നതിൽനിന്നു വിഭിന്നമല്ല. ചിത്രത്തിനു വൈരൂപ്യം സംഭവിക്കുന്നില്ലെന്നർത്ഥം. എന്നാൽ തകിടകൾ അകന്നുമാറുമ്പോൾ (അങ്ങിനെ ചെയ്യാവുന്ന തരത്തിലാണ് അവ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു്) ചിത്രത്തിനു വൈരൂപ്യം സംഭവിക്കുന്നു (ചിത്രം 92, 93). ഇപ്പോഴതു് ഒരു ഫോട്ടോയെന്നതിനേക്കാൾ ഒരു ഹാസ്യചിത്രമാണ്.

എന്തുകൊണ്ടാണിതു സംഭവിക്കുന്നതു്? ക്ഷിതിജ ചീന്തോടുകൂടിയ തകിടു് മറേറ തകിടിന്റെ മുമ്പിലാണെന്നിരിക്കട്ടെ (ചിത്രം 94). D എന്ന രൂപത്തിന്റെ (കുരിളു്) കത്തനെയുള്ള വരയിൽനിന്നുള്ള കിരണങ്ങൾ ആദ്യം C എന്ന ചീന്തിലൂടെ ഒരു സാധാരണ ദ്വാരത്തിലൂടെയെന്നവണ്ണം കടന്നുപോകുന്നു. B എന്ന ചീന്തു് അവയുടെ ഗതിയെ അശേഷം മാറ്റുന്നില്ല. അതുകൊണ്ടു് A എന്ന പരക്കൻ ചിലുമായിൽ കിട്ടുന്ന കത്തനെയുള്ള വരയുടെ പ്രതിബിംബം A-യും C-യും തമ്മിലുള്ള ദൂരത്തിനു് അനുരൂപമാണ്. എന്നാൽ D-യുടെ ക്ഷിതിജരേഖയുടെ പ്രതിബിംബത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം സ്ഥിതി തികച്ചും വ്യത്യസ്തമാണ്. കിരണങ്ങൾ ക്ഷിതിജ ചീന്തിലൂടെ നിർബാധം കടന്നുപോകുന്നു. B എന്ന കത്തനെയുള്ള ചീന്തിലെത്തുന്നതു വരെ അവ പരസ്പരം വിച്ഛേദിക്കുന്നില്ല. അവ ആ ചീന്തിലൂടെ ഏതൊ



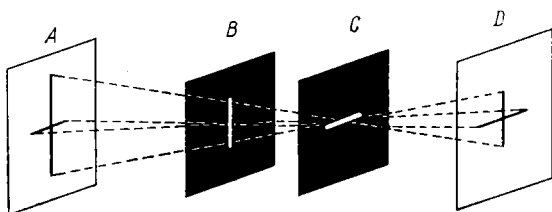
ചിത്രം 92. “സ്റ്റീറസ്” ക്യാമറ വെച്ചുതന്ന ഒരു ഹാസ്യഫോട്ടോ. പ്രതിബിംബം ക്ഷിതിജമായി വലിഞ്ഞുനിൽക്കുന്നു



ചിത്രം 93. കത്തനെ വലിഞ്ഞുനിൽക്കുന്ന ഒരു ഹാസ്യഫോട്ടോ

ഈ ദ്വാരത്തിലൂടെയുയർന്നുവരുന്ന കടന്നു് A എന്ന മറയിൽ A-യും B-യും തമ്മിലുള്ള ദൂരത്തിനനുരൂപമായ ഒരു പ്രതിബിംബം സൃഷ്ടിക്കുന്നു.

ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ കത്തനെയുള്ള രേഖകളെ C എന്ന ചീനും ക്ഷിതിജരേഖകളെ B എന്ന ചീനും മാത്രമേ ബാധിക്കുന്നുള്ളൂ. C എന്ന ചീനൂ് മറയിൽനിന്നു കൂടുതൽ അകലെയായതുകൊണ്ടു് കത്തനെ പുറത്തു് മാനങ്ങൾ ക്ഷിതിജമാനങ്ങളേക്കാൾ വലിയ തോതിലാണു് A



ചിത്രം 94. “സ്റ്റീറസ്” ക്യാമറ പ്രതിബിംബത്തിൽ വൈരുദ്ധ്യം വരുത്തുന്നതെങ്ങിനെ

എന്ന മറയിൽ കാണപ്പെടുന്നത്. പ്രതിബിംബം കൂടുതൽ നീളത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നുവെന്നർത്ഥം. തകിടുകളുടെ സ്ഥാനം മറിച്ചായാൽ ക്ഷിതി ജമായി കൂടുതൽ വലിപ്പംവച്ച പ്രതിബിംബമായിരിക്കും കാണപ്പെടുക (ചിത്രങ്ങൾ 92-ഉം 93-ഉം താരതമ്യപ്പെടുത്തിനോക്കുക). ചിത്രകൾ ചെരിച്ചുവച്ചാൽ മറ്റൊരു വിധത്തിലായിരിക്കും വൈഭവവും സംഭവിക്കുന്നത്.

ഈ ക്യാമറ ഉപയോഗപ്പെടുത്താവുന്നതു് ഹാസ്യചിത്രങ്ങൾ കിട്ടാൻ മാത്രമല്ല. കൂടുതൽ ഗൗരവമുള്ള ഉദ്ദേശങ്ങൾക്കും അതു് ഉപകരിക്കും. ഉദാ ഹരണത്തിനു് ശില്പാലങ്കാരങ്ങളിലും പരവതാനികളിലേയും ചുമർക്കടലാസുകളിലേയും പാറേണുകളിലും വൈവിധ്യം വരുത്താൻ—പൊതുവിൽ പറഞ്ഞാൽ, ഏതൊരു അലങ്കാരരൂപത്തേയും ഒരു നിശ്ചിതദിശയിൽ നീട്ടാനോ കുറുക്കാനോ—അതു് പ്രയോജനപ്പെടുന്നതാണ്.

സൂര്യോദയത്തിന്റെ പ്രശ്നം

സൂര്യോദയം കാണാൻ നീങ്ങു രാവിലെ കൃത്യം 5 മണിക്കു് എണ്ണിറുവെന്നു വയ്ക്കുക. പ്രകാശം തൽക്ഷണംതന്നെ സംചരിക്കാത്തതുകൊണ്ടു് അതു് ഉറവിടത്തിൽനിന്നു നീങ്ങൂടെ കണ്ണിലെത്താൻ കുറച്ചു സമയമെടുക്കും. അതുകൊണ്ടു് എന്റെ ചോദ്യം ഇതാണ്: പ്രകാശസംചരണം തൽക്ഷണം നടക്കുന്നുവെങ്കിൽ നീങ്ങു സൂര്യോദയം കാണുന്നതു് എപ്പോഴായിരിക്കും?

പ്രകാശം സൂര്യനിൽനിന്നു ഭൂമിയിലെത്താൻ എട്ടു മിനിട്ടു സമയമെടുക്കുന്നതുകൊണ്ടു് പ്രകാശസംചരണം തൽക്ഷണികമാണെങ്കിൽ സൂര്യോദയം എട്ടു മിനിട്ടു മുമ്പേ, അതായതു് 4.52-നു്, കാണാനാക്കുമെന്നു തോന്നാം. എന്നാൽ ആ തോന്നൽ തികച്ചും തെറ്റാണ്. പ്രകാശിതമായിക്കഴിഞ്ഞ ഇടത്തേക്കു് ഭൂഗോളം തിരിയുമ്പോഴാണ് സൂര്യൻ ‘‘ഉദിച്ചു’’ എന്നു പറയുന്നതു്. അതുകൊണ്ടു് പ്രകാശസംചരണം തൽക്ഷണികമാണെങ്കിൽപോലും നമ്മൾ 5 മണിക്കേ സൂര്യോദയം കാണൂ.

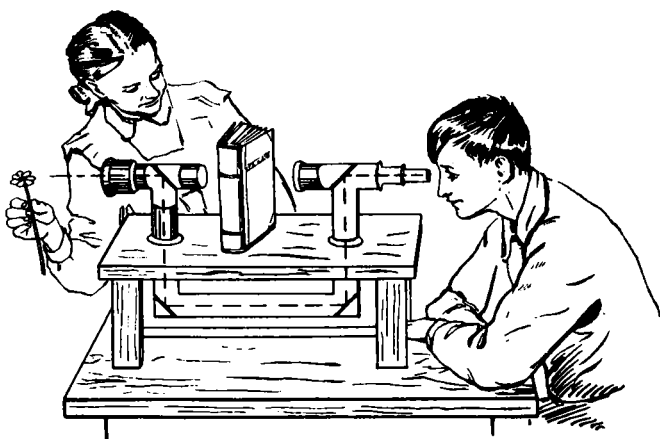
‘‘വായുമണ്ഡലീയ അപവർത്തനം’’ എന്നു പറയപ്പെടുന്ന പ്രതിഭാസത്തെ കണക്കിലെടുത്താൽ ഫലം ഇതിലും അതുതകരമായിരിക്കും. അപവർത്തനം പ്രകാശഗതിയെ വക്രിക്കുകയും സൂര്യൻ ചക്രവാളത്തിനു മീതെ ഉയരുന്നതിനു മുമ്പുതന്നെ ‘‘സൂര്യോദയം’’ കാണാൻ നമ്മെ പ്രാപ്തരാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ പ്രകാശസംചരണം തൽക്ഷണികമാണെങ്കിൽ അപവർത്തനമുണ്ടാവില്ല. കാരണം, പ്രകാശം വ്യത്യ

സ്കന്ധാധ്യക്ഷങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്തപ്രവേഗങ്ങളോടെ സഞ്ചരിക്കുമ്പോഴാണ് അപവർത്തനമുണ്ടാവുന്നത്. അപവർത്തനമുണ്ടാവാത്തതുകൊണ്ട് നമ്മൾ സൂര്യോദയം കാണുന്നത് സ്വല്പം വൈകിയായിരിക്കും—രണ്ടു മിനിറ്റു താഴെ പല ദിവസങ്ങളും അതിലേറെയും വരെ (ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിൽ). എന്ന് അക്ഷാംശം, വായുവിന്റെ താപനില, തുടങ്ങിയ ചില ഘടകങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് പ്രകാശസംചരണം തൽക്ഷണികമായിരുന്നെങ്കിൽ നാം ഇപ്പോഴത്തേതിലും വൈകിയായിരിക്കും സൂര്യോദയം കാണുക. വിചിത്രമായ വിരോധാഭാസംതന്നെ! ദൂരദർശിനിയിലൂടെ സൂര്യവീക്ഷം നിരീക്ഷിക്കുന്നത് മറ്റൊരു കാര്യമാണ്. പ്രകാശസംചരണം തൽക്ഷണികമാണെങ്കിൽ നമുക്കത് എട്ടു മിനിറ്റു മുമ്പേ കാണാൻ കഴിയും.

അദ്ധ്യായം എട്ട്
പ്രകാശത്തിന്റെ പ്രതിഫലനവും
അപവർത്തനവും

ഭിത്തികളിലൂടെ കാണാം.

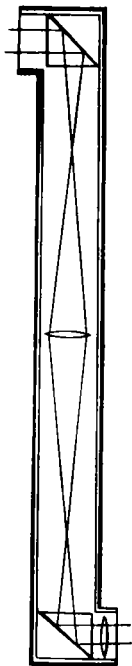
“എക്സ്റ്ററേ ഉപകരണം” എന്ന വസ്തു പേരോടുകൂടിയ ഒരു കൗതുകവസ്തു 1890-കളിൽ വാങ്ങാൻ കിട്ടുമായിരുന്നു. ആ സമർത്ഥമായ ഉപകരണം ആദ്യം കണ്ടപ്പോൾ അന്നൊരു സ്ത്രീവിദ്യാർത്ഥിനിയായിരുന്ന എനിക്കുണ്ടായ അത്ഭുതവും അമ്പരപ്പും ഞാൻ ഇന്നുമോർക്കുന്നു. സുതാര്യ മല്ലാത്ത വസ്തുക്കളിലൂടെ ക്യാണാൻ ആ ഉപകരണം കഴിവുണ്ടാക്കിത്തന്നു. തടിച്ച കടലാസിലൂടെ മാത്രമല്ല, എക്സ്റ്ററേകൾക്കു യഥാർത്ഥത്തിൽ കടന്നു പോവാൻ കഴിയാത്ത പിചാത്തി അലകുകളിലൂടെപ്പോലും അപ്പറം കാണാം. ഇതിന്റെ ഒരു മാതൃകയാണ് ചിത്രം 95-ൽ



ചിത്രം 95. വ്യാജമായ “എക്സ്റ്ററേ ഉപകരണം”

കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്. അത് കള്ളി പുറത്താക്കുന്നു. ആ ഉപകരണത്തിൽ നാലു കൊച്ചു കണ്ണാടികളുണ്ട്. നാലും 45° കോണത്തിൽ ചെരിച്ചുവെച്ചിരിക്കുന്നു. അവ വസ്തുവിൽനിന്നുള്ള കിരണങ്ങളെ പ്രതിഫലിപ്പിച്ചും പുനഃപ്രതിഫലിപ്പിച്ചും സുതാര്യമല്ലാത്ത പ്രതിബന്ധത്തിനപ്പുറം കടത്തുന്നു.

പട്ടാളത്തിൽ വിപുലമായി പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന അതുപോലൊരു ഉപകരണമാണ് പെരിസ്കോപ്പ് (ചിത്രം 96). ശത്രുവിന്റെ വെടിയേൽക്കാതെതന്നെ അവന്റെ നീക്കങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കാൻ അതു സഹായിക്കുന്നു. നിരീക്ഷിതവസ്തു പെരിസ്കോപ്പിൽനിന്ന് എത്രകണ്ട് അകന്നാണോ അത്രയും ചെറുതായിരിക്കും നിരീക്ഷകന്റെ ദൃഷ്ടിക്കേതും. ലെൻസുകൾ പ്രത്യേകരീതിയിൽ വച്ച് ദൃഷ്ടിക്കേതും വലുതാക്കുന്നു.



ചിത്രം 96. അന്തർവാഹിനി ശസ്ത്രലിലെ പെരിസ്കോപ്പിന്റെ ഡയഗ്രാം.



ചിത്രം 97. പെരിസ്കോപ്പ്

എന്നാൽ പെരിയ്ക്കോപ്പിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന പ്രകാശത്തിന്റെ ഒരുശത്തെ ലെൻസുകൾ വലിച്ചെടുക്കുന്നതുകൊണ്ട് പ്രതിബിംബം മങ്ങിയിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് പെരിയ്ക്കോപ്പിന്റെ ഉയരത്തിന് ഒരുതിരുണ്ട്. 20 മീറ്ററായാൽ ഏറെക്കുറെ പരമാവധി ഉയരമായി. അതിലും കൂടിയാൽ ദൃഷ്ടിക്ഷേത്രം വളരെ ചുരുങ്ങുകയും പ്രതിബിംബം മങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു—വിശേഷിച്ചും കാർമോലമുള്ള ദിവസങ്ങളിൽ.

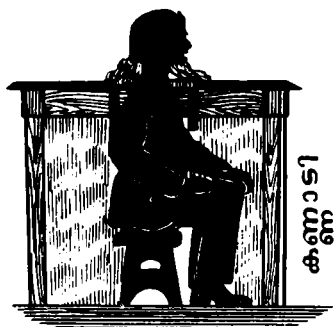
അന്തർവാഹിനികളും ശത്രുവിന്റെ കപ്പലുകളെ നിരീക്ഷിക്കുന്നത് പെരിയ്ക്കോപ്പിലൂടെയാണ്. കരസേനയുടേതിനേക്കാൾ വളരെക്കൂടുതൽ സങ്കീർണ്ണമാണെങ്കിലും വെള്ളത്തിന്റെ മീതെ ഉന്തിനിൽക്കുന്ന ഈ പെരിയ്ക്കോപ്പിന്റേയും തത്വം വിഭിന്നമല്ല. രണ്ടിലും കണ്ണാടികൾ (അല്ലെങ്കിൽ പ്രിസങ്ങൾ) വച്ചിരിക്കുന്നത് ഒരേ വിധത്തിലാണ് (ചിത്രം 97).

സംസാരിക്കുന്ന തല

സാധാരണക്കാരെ പലപ്പോഴും അതുളതംകൊണ്ടു കണ്ണുതള്ളിക്കുന്ന ഒരു കാഴ്ചയാണിത്. കണ്ടാൽ അററുപോയതെന്നു തോന്നുന്ന ഒരു തല ഒരു പിഞ്ഞാണത്തിലിരുന്ന് കണ്ണുതടുകയും സംസാരിക്കുകയും ഭക്ഷണം കഴിക്കുകയും ചെയ്യുന്നത് ആരെയാണ് അതുളതപ്പെടുത്താത്തത്! അത് ഇരിക്കുന്ന മേശയുടെ അടുത്തേക്കു പൊയ്ക്കൂടെങ്കിലും അതിനടിയിലൊന്നുമില്ലെന്നു നിങ്ങൾക്കു ‘‘വ്യക്തമായി’’ കാണാം. ഇനിയെപ്പോഴെങ്കിലും ആ കാഴ്ച കാണാനിടയായാൽ ഒരു കടലാസു ചുരുട്ടി മേശയുടെ ചുവട്ടിലേക്കെറിയുക. അത് തെറിക്കുന്നതു കാണാം. രഹസ്യം പുറത്താവുന്നു. ആ കടലാസുചുരുൾ കണ്ണാടിയിൽ തട്ടിയാണു തെറിച്ചത്. ഇനി അഥവാ അത് മേശവരെ എത്തിയില്ലെങ്കിലും അതിന്റെ പ്രതിഫലനം കാണുമ്പോൾ കണ്ണാടിയുള്ള കാര്യം നിങ്ങൾക്കു ബോദ്ധ്യമാകും (ചിത്രം 98).

മേശയുടെ ഒരു കാൽ മുതൽ മറ്റേ കാൽവരെ ഒരു കണ്ണാടികൊണ്ടു മുടിയിരിക്കുകയാണെങ്കിൽ മേശയുടെ കീഴെ ഒന്നുമില്ലെന്നു തോന്നും. മുറിയിലെ സാമാനങ്ങളും കാണികളുമൊന്നും അതിൽ പ്രതിഫലിക്കരുതെന്നു മാത്രം. മുറി ശുന്യമായും ഭിത്തികൾ ഒരുപോലെയും ഇരിക്കേണ്ടതു് അതുകൊണ്ടാണ്. തറയും ഒരേ നിറത്തിൽ അലങ്കാരങ്ങളൊന്നുമില്ലാതെ ഇരിക്കണം. കാണികളെ അകറ്റിനിർത്തുകയും വേണം. ‘‘രഹസ്യം’’ എത്രയോ ലളിതമാണ്. പക്ഷെ അതറിയുന്നതുവരെ നമ്മൾ വാപൊളിച്ചുപോകും.

ചിലർ ഈ സൂത്രംതന്നെ കഠേ
 കൂടി പൊടിപ്പും തൊങ്ങലും വച്ചു
 കാണിക്കുന്നു. ആദ്യം നിങ്ങളെ മുക
 ലിലും കീഴെയും യാതൊന്നുമില്ലാത്ത
 വെറുമൊരു മേശ കാണിക്കുന്നു. പി
 ന്നീട്ട് ഒരു അടച്ച പെട്ടി. സ്റ്റേജിൽ
 കൊണ്ടുവരുന്നു. അതിനുള്ളിൽ “ജീ
 വനുള്ള തല” ഉണ്ടെന്നാണു വസ്തു.
 സത്യത്തിൽ അതു കാലിയാണു്.
 പെട്ടി മേശപ്പുറത്തു വച്ചു് മുടി
 തുറക്കുമ്പോഴുണ്ടു്, അതുതന്നെ, അതാ
 ഒരു തല പുറത്തേക്കു വരുന്നു!
 അടിയില്ലാത്ത കാലിപ്പെട്ടി മേശ
 പുറത്തു വയ്ക്കുമ്പോൾ കണ്ണാടിയുടെ
 പിന്നിലായി മേശയ്ക്കടിയിൽ ഇരിക്കുന്ന മനുഷ്യൻ മേശയുടെ മുകളില
 ഞ്ഞു പലകയിലുള്ള സൂത്രവാതിലിലൂടെ തല നീട്ടുകയാണെന്നു് നി
 ഞ്ങൾ ഊഹിച്ചിരിക്കും. ഈ വിദ്യ വേറെ വഴിക്കും കാട്ടാം. ശ്രമിച്ചാൽ
 നിങ്ങൾക്കുതന്നെ സാധിച്ചേക്കും.



ചിത്രം 98. “വെട്ടിയെടുത്ത”
 തലയുടെ രഹസ്യം

മുന്നിലോ പിന്നിലോ

വീട്ടിലെ പല സാധനങ്ങളും നമ്മൾ വേണ്ടപോലെയാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ചിലർ ഐസുവച്ചു് പാനീയം തണുപ്പിക്കുന്നതു ശരിയായ വിധത്തിലല്ലെന്നു നാം കണ്ടു. അവർ അതു് ഐസിന്റെ താഴെ വയ്ക്കുന്നതിനു പകരം മുകളിൽ വയ്ക്കുന്നു. കണ്ണാടി എങ്ങിനെ ഉപയോഗിക്കണമെന്നും എല്ലാവർക്കും അറിഞ്ഞുകൂടാ. സ്വന്തം മുഖത്തു് വെളിച്ചം കാട്ടുന്നതിനു പകരം കണ്ണാടിയിലെ പ്രതിബിംബത്തിൽ വെളിച്ചം വീശാൻ വേണ്ടി ആളുകൾ പലപ്പോഴും വിളക്കു് പുകിൽ വയ്ക്കും. പല സ്ത്രീകളും ഇങ്ങനെയാണു ചെയ്യുന്നതു്. ഈ പുസ്തകം വായിക്കുന്ന സ്ത്രീകൾ മേലിൽ കണ്ണാടി നോക്കുമ്പോൾ വിളക്കെടുത്തു് മുമ്പിൽ വയ്ക്കണമെന്നു പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു.

കണ്ണാടി കാണാമോ?

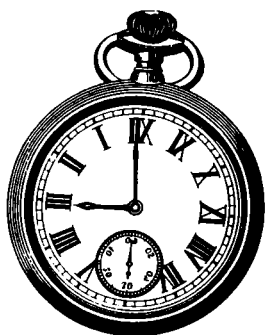
ഈ ചോദ്യത്തിന്നും മിക്കവരും നൽകുന്ന മറുപടി തെറ്റാണു്. നമ്മളെല്ലാവരും എല്ലാ ദിവസവും കണ്ണാടി ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടെങ്കിലും നമുക്കു് അതെപ്പറ്റി വേണ്ടത്ര അറിഞ്ഞുകൂടുന്നതിനുള്ള തെളി

വാണിത്. കണ്ണാടി കാണാമെന്നു ആർക്കെങ്കിലും വിചാരമുണ്ടെങ്കിൽ അതു തെറ്റാണ്. വൃത്തിയുള്ള നല്ല കണ്ണാടി അദൃശ്യമാണ്. അതിന്റെ ചുറ്റും വക്കും അതിൽ നിഴലിക്കുന്ന വസ്തുക്കളും കാണാമെന്നല്ലാതെ അഴുക്കു പുറഞ്ചിട്ടില്ലെങ്കിൽ കണ്ണാടി കാണാൻ സാധ്യമല്ല. പ്രകാശത്തെ നാനാഭാഗത്തേക്കും ചിതറുന്ന പ്രകീർണ്ണപ്രതലത്തിൽനിന്നു വ്യത്യസ്തമായി പ്രതിഫലനപ്രതലം അദൃശ്യമാണ്. സാധാരണയായി പ്രതിഫലനപ്രതലങ്ങൾ മിന്നമിന്നത്തും പ്രകീർണ്ണപ്രതലങ്ങൾ മങ്ങിയും ഇരിക്കും. ‘‘സംസാരിക്കുന്ന തല’’പോലെ, കണ്ണാടിയുപയോഗിച്ചുള്ള എല്ലാ ചെപ്പടിവിദ്യകളുടേയും ദൃഷ്ടിഭ്രമങ്ങളുടേയും അടിസ്ഥാനം ഈ അദൃശ്യതയല്ലാതെ മറ്റൊന്നുമല്ല. വിവിധവസ്തുക്കൾ കണ്ണാടിയിൽ ഉളവാക്കുന്ന പ്രതിഫലനം മാത്രമാണ് നിങ്ങൾ കാണുന്നത്.

കണ്ണാടിയിൽ കാണുന്നതാരെ?

കണ്ണാടിയിൽ നാം നമ്മെത്തന്നെ കാണുന്നുവെന്നു പലരും പറയും. നാം കാണുന്നത് ഏറ്റവും ചെറിയ വിശദാംശത്തിൽപോലും നമ്മുടെ തനിപ്പകർപ്പാണെന്നും അവർ പറയും.

നമുക്ക് ഈ പ്രസ്താവം ഒരു പരീക്ഷിച്ചുനോക്കാം. നിങ്ങൾക്ക് വലത്തെ കവിളത്തു് ഒരു മറുക്കണ്ടെന്നിരിക്കട്ടെ. കണ്ണാടിയിലെ ആൾക്ക് മറുക് ഇടത്തെ കവിളത്താണ്. നിങ്ങൾ മുടി കോതിവയ്ക്കുന്നത്



ചിത്രം 99. ഈ ഘടികാരത്തിന്റെ പ്രതിബിംബം കണ്ണാടിയിൽ നോക്കുക

വലത്തോട്ടാണെങ്കിൽ നിങ്ങളുടെ ഇരട്ട കോതുന്നത് ഇടത്തോട്ടായിരിക്കും. നിങ്ങളുടെ വലതുപുരികം ഇടത്തേതിനേക്കാൾ തടിച്ചു് സ്വല്പംകൂടി മേലോട്ടു പൊങ്ങിയാണിരിക്കുന്നതെങ്കിൽ കണ്ണാടിയിലെയാൾക്ക് നേരെ തിരിച്ചായിരിക്കും. നിങ്ങൾ നിങ്ങളുടെ വാച്ചു് വെയിസ്റ്റ് കോട്ടിന്റെ വലത്തെ പോക്കറ്റിലും പോഴ്സ് ഇടത്തെ പോക്കറ്റിലും സൂക്ഷിക്കുന്നു. നിങ്ങളുടെ ഇരട്ട ചെയ്യുന്നത് നേരെ തിരിച്ചാണ്. അയാളുടെ വാച്ചിന്റെ ഡയൽ നോക്കുക. നിങ്ങളുടെ വാച്ചിലെപ്പോലെ അല്പ. അക്കങ്ങളുടെ രൂപവും മുറയും തികച്ചും അസാധാരണമായിരിക്കുന്നു. ‘എട്ടു്’ അടയാള

പ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത് IIX എന്ന വിചിത്രമായ വിധത്തിലാണ്. അതു നിൽക്കുന്നതോ, പന്ത്രണ്ടിന്റെ സ്ഥാനത്തും. പന്ത്രണ്ടെന്നൊരു അക്കമേ കാണുന്നില്ല. അഞ്ചു കഴിഞ്ഞു വരുന്നതു നാലാണ്, പിന്നെ മൂന്ന്, അങ്ങിനെ പോകുന്നു. സൂചികൾ നീങ്ങുന്നതു നേരെ തിരിച്ചാണ്.

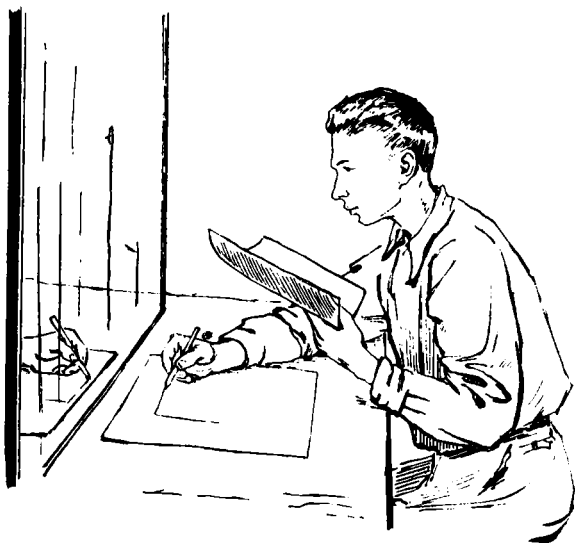
ഇതിനൊക്കെപ്പുറമെ നിങ്ങൾക്കില്ലാത്ത ഒരു വൈകല്യം അയാൾക്കുണ്ട്. അയാൾ ഇടത്തെ കയ്യുമാണ്. അയാൾ എഴുന്നേറ്റു നിൽക്കുന്നതും തിന്നുന്നതുമൊക്കെ ഇടത്തെ കൈകൊണ്ടാണ്. നിങ്ങളുടെ വലതു കൈ ഗ്രഹിക്കാൻ അയാൾ ഇടതുകൈ നീട്ടുന്നു. അയാൾക്ക് ഭക്ഷണമോ വെള്ളമോ? ഉണ്ടെങ്കിൽ അതു് അതിവിചിത്രമായ ഒന്നാണ്. അയാൾ തുറന്നു പിടിച്ചിരിക്കുന്ന പുസ്തകത്തിലെ ഒരൊറ്റ വരിയെ കിലും വായിക്കാനോ അയാൾ ഇടതുകൈകൊണ്ടു് കത്തിക്കുറിക്കുന്ന ഒരൊറ്റ വാക്കെങ്കിലും മനസ്സിലാക്കാനോ നിങ്ങൾക്കു കഴിയുമെന്നു തോന്നുന്നില്ല. ഇതാണോ നിങ്ങളുടെ തനിപ്പകർപ്പ്! നിങ്ങളെപ്പോലെ തന്നെയെന്ന് നിങ്ങൾ അവകാശപ്പെടുന്നയാൾ!

തമാശ പോകട്ടെ. കണ്ണാടിയിൽ നോക്കുമ്പോൾ കാണുന്നതു നിങ്ങളെത്തന്നെയാണെന്നാണ് വിചാരമെങ്കിൽ അതു തെറ്റാണ്. മിക്ക യാളുകളുടേയും മുഖവും ഉടലും വസ്ത്രങ്ങളും കൃത്യമായിപ്പറഞ്ഞാൽ സമമിതമല്ല. നമ്മൾ അതു സാധാരണ ശ്രദ്ധിക്കുന്നില്ലെന്നുവെച്ചാൽ നമ്മുടെ വലതുവശം ഇടതുവശത്തെപ്പോലെയല്ല. വലതുവശത്തിന്റെ എല്ലാ പ്രത്യേകതകളും കണ്ണാടിയിൽ ഇടതുവശത്തിനായിരിക്കും. അതുപോലെ തിരിച്ചും. അങ്ങിനെ നമ്മുടെ പ്രതിബിംബം നാം ഉളവാക്കുന്നതിൽ നിന്നു വ്യത്യസ്തമായ ഒരു പ്രതീതിയാണ് ഉളവാക്കുന്നത്.

കണ്ണാടിയിൽ നോക്കി വരയ്ക്കൽ

നിങ്ങളും നിങ്ങളുടെ പ്രതിബിംബവും തികച്ചും ഒന്നല്ലെന്ന വസ്തുത താഴെ വിവരിക്കുന്ന പരീക്ഷണത്തിൽ കൂടുതൽ പ്രകടമാവും. നിങ്ങളുടെ മേശയിൽ ഒരു കണ്ണാടി കത്തനെ നിർത്തുക. കണ്ണാടിയുടെ മുമ്പിൽ ഒരു കടലാസു നിവർത്തിവയ്ക്കുക. കണ്ണാടിയിൽ നിങ്ങളുടെ കൈയുടെ പ്രതിബിംബം നോക്കിക്കൊണ്ടു് കടലാസിൽ എന്തെങ്കിലുമൊന്നു വരയ്ക്കുക—ഉദാഹരണത്തിനു് ഒരു ദീർഘചതുരവും പ്രതിച്ഛേദിക്കുന്ന വികർണ്ണങ്ങളും. പ്രത്യക്ഷത്തിൽ ലളിതമെന്നു തോന്നുന്ന ഇക്കാര്യം അവിശ്വസനീയമാംവണ്ണം വിഷമകരമാണെന്നു ബോധ്യപ്പെടും.

നമ്മൾ വളർന്ന് വലുതാവുമ്പോൾ നമ്മുടെ ദർശനാനുഭൂതികളും ചലനാനുഭൂതികളും തമ്മിൽ പൊരുത്തമുണ്ടാകുന്നു. നമ്മുടെ കൈയുടെ ചലനത്തിന്റെ ഒരു വികലപ്രതിബിംബം നൽകുന്നതിനാൽ കണ്ണാടി ഈ പൊരുത്തത്തെ ലംഘിക്കുന്നു. ദീർഘകാലപരിചയം നമ്മുടെ ഓരോ ചലനത്തിനുമെതിരെ പ്രതിഷേധിക്കുന്നു. നമ്മൾ വലത്തോട്ടു



ചിത്രം 100. കണ്ണാടിയിൽ നോക്കി വരയ്ക്കൽ

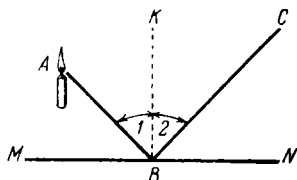
വരയ്ക്കാനാഗ്രഹിച്ചപ്പോൾ നമ്മുടെ കൈ പെൻസിലിനെ ഇടത്തോട്ടു വലിക്കുന്നു. കറേക്കൂടി സങ്കീർണ്ണമായ രൂപങ്ങൾ വരയ്ക്കാനോ വല്ലതുമെഴുതാനോ ശ്രമിച്ചാൽ ഫലം ഇതിലും വിചിത്രമായിരിക്കും. നമ്മൾ ആകെ കൂട്ടിക്കഴയ്ക്കുമെന്നതിനു സംശയമില്ല.

ബ്ലോട്ടിംഗ് പേപ്പറിലെ മഷിപ്പാടുകളും നിങ്ങളുടെ കൈപ്പടയുടെ കണ്ണാടിപ്രതിബിംബം പോലെയാണ്. അതൊന്നു വായിക്കാൻ ശ്രമിച്ചുനോക്കൂ. അക്ഷരങ്ങൾ തെളിഞ്ഞിരിക്കുകയാണെങ്കിലും നിങ്ങൾക്ക് ഒരൊറ്റ വാക്കുപോലും മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയുകയില്ല. കൈപ്പട ഇടത്തോട്ടു ചെരിഞ്ഞിരിക്കും. വരകൾ കീഴ്‌മേൽ മറിഞ്ഞിരിക്കും. എന്നാൽ അതെടുത്ത് ഒരു കണ്ണാടിയുടെ മുമ്പിൽ പിടിക്കുകയേ വേണ്ട, എല്ലാം നേരെയോ. നിങ്ങൾ നിങ്ങളുടെ കൈപ്പട തിരിച്ചറിയുന്നു.

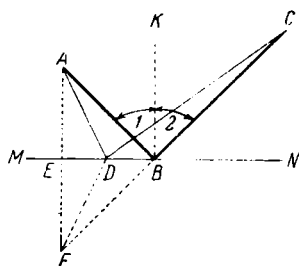
വാസ്തവത്തിൽ നിങ്ങളുടെ കൈപ്പടയുടെ സമമിതമായ പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സമമിതമായ പ്രതിബിംബമാണ് കണ്ണാടിയിൽ കാണുന്നത്.

ഏറ്റവും ഹ്രസ്വവും ശീഘ്രവുമായ മാർഗ്ഗം.

ഏകാത്മകമായ മാധ്യമത്തിൽ പ്രകാശം സംചരണം ചെയ്യുന്നത് ഋജുരേഖാത്മകമായിട്ടാണ്. അതാണ് ഏറ്റവും ശീഘ്രമായ മാർഗ്ഗം. പ്രകാശം കണ്ണാടിയിൽ നിന്ന് പ്രതിഫലിക്കുന്നതും ഏറ്റവും ശീഘ്രമായ മാർഗ്ഗത്തിലൂടെയാണ്. നമുക്കതിന്റെ ഗതി അടയാളപ്പെടുത്താം. ചിത്രം 101-ൽ A പ്രകാശസ്രോതസ്സായ മെഴുകുതിരിയും MN ഒരു കണ്ണാടിയും ABC A-യിൽനിന്നും C എന്ന കണ്ണിലേക്കുള്ള കിരണത്തിന്റെ ഗതിയുമാണ്. KB എന്ന ഋജുരേഖ MN-ന് ലംബമാണ്.



ചിത്രം 101. പ്രതിഫലനകോണം 2 പതനകോണം 1-ന് തുല്യമാണ്



ചിത്രം 102. പ്രകാശം പ്രതിഫലിക്കുന്നത് ഏറ്റവും ഹ്രസ്വമായ പാതയിലൂടെയാണ്

പ്രകാശവിജ്ഞാനത്തിന്റെ നിയമമനുസരിച്ച് പ്രതിഫലനകോണമായ 2 പതനകോണമായ 1-ന് തുല്യമാണ്. ഇതിനാലാണിത്, A-യിൽനിന്ന് MN-ൽ തട്ടി C-യിലെത്താനുള്ള ഏറ്റവും ഹ്രസ്വമായ മാർഗ്ഗം ABC ആണെന്ന് എളുപ്പം തെളിയിക്കാം. നമുക്ക് ABC-യെ മറ്റൊരു മാർഗ്ഗമായ ADC-യുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തി നോക്കാം (ചിത്രം 102). A-യിൽനിന്ന് MN-ന് ലംബമായി AE വരയ്ക്കുക. AE-യും BC-യും നീട്ടുക. അവ F-ൽ സന്ധിക്കുന്നു. F-ഉം D-യും നേർവരകൊണ്ട് യോജിപ്പിക്കുക. നമുക്ക് ആദ്യത്തന്നെ ABE, EBF എന്നീ ത്രികോണങ്ങൾ സമമാണോയെന്നു നോക്കാം. രണ്ടും സമകോണ ത്രികോണങ്ങളാണ്. രണ്ടിനും സമകോണത്തോടു ചേർന്ന് EB എന്ന വശമുണ്ട്. EFB, EAB

എന്ന കോണങ്ങൾ യഥാക്രമം 2, 1 എന്ന കോണങ്ങൾക്കു തുല്യമാകയാൽ അവ രണ്ടും സമമാണ്. അതുകൊണ്ട് $AE = EF$ —ന സമമാണ്. സമകോണത്തോടു ചേർന്ന വശങ്ങൾ യഥാക്രമം സമമായതുകൊണ്ട് AED, EDF എന്നീ ത്രികോണങ്ങൾ സമമാണ്. അതുകൊണ്ട് $AD = DF$.

അങ്ങിനെ ABC എന്ന മാർഗ്ഗത്തിനു പകരം തത്തുല്യമായ CBF -ഉം (AB -യും FB -യും സമമാണല്ലൊ) ADC എന്ന മാർഗ്ഗത്തിനു പകരം തത്തുല്യമായ CDF -ഉം എടുക്കാവുന്നതാണ്. CBF -ഉം CDF -ഉം താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോൾ CBF എന്ന ഋജുരേഖ CDF -നേക്കാൾ ഹ്രസ്വമാണെന്നു കാണാം. അതുകൊണ്ട് ABC എന്ന മാർഗ്ഗം ADC എന്ന മാർഗ്ഗത്തേക്കാൾ ഹ്രസ്വമാണ്.

D-യുടെ സ്ഥാനം എവിടെയായാലും ABC എപ്പോഴും ADC -യേക്കാൾ ഹ്രസ്വമായിരിക്കും. പതനകോണവും പ്രതിഫലനകോണവും സമമായിരിക്കണമെന്നു മാത്രം. പ്രകാശം അതിന്റെ സ്രോതസ്സിനും കണ്ണാടിക്കും കണ്ണിനുമിടയ്ക്ക് ഏറ്റവും ശീഘ്രവും ഏറ്റവും ഹ്രസ്വവുമായ മാർഗ്ഗമാണു സ്വീകരിക്കുന്നതെന്ന് ഇപ്പോൾ വ്യക്തമായല്ലോ. രണ്ടാം നൂറ്റാണ്ടിൽ അലക്സാണ്ട്രിയയിൽ ജീവിച്ചിരുന്ന ഹീറോ എന്ന വിശ്രുത യവന ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് ഇക്കാര്യം ആദ്യം ചൂണ്ടിക്കാട്ടിയത്.

കാക്കയും ധാന്യമണികളും

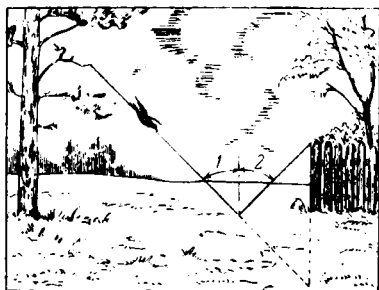
മുകളിൽ വിവരിച്ചവണ്ണം ഏറ്റവും ഹ്രസ്വമായ വഴി കണ്ടുപിടിക്കാനുള്ള കഴിവു് രസകരമായ ചില പ്രശ്നോത്തരങ്ങൾക്കു് സഹായകമാകും. ഒരു ഉദാഹരണം പറയാം.



ചിത്രം 103. കാക്കയുടെ പ്രശ്നം. വേലിപ്പറത്തേക്കുള്ള ഏറ്റവും ഹ്രസ്വമായ മാർഗ്ഗം കണ്ടുപിടിക്കുക

ഒരു കാക്ക മരക്കൊമ്പിൽ ഇരിക്കുന്നു. നിലത്തു് കറെ ധാന്യമണികൾ ചിതറിക്കിടപ്പുണ്ടു്. കാക്ക പറന്നുവന്നു് ധാന്യമണി കൊത്തിയെടുത്തു് വീണ്ടും പറന്നു് വേലിയിൽ ചെന്നിരിക്കുന്നു. ഏറ്റവും കുറച്ച ദൂരം പറക്കാൻ കാക്ക എവിടെ കൊത്തണമെന്നതാണു ചോദ്യം (ചിത്രം 103). നമ്മൾ മുകളിൽ പരിശോധി

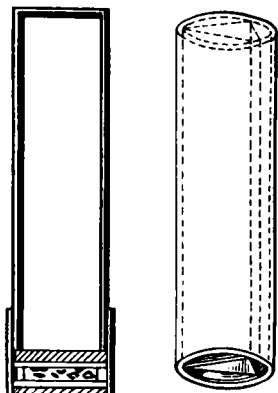
ചുതുപോലെതന്നെയുള്ള ഒരു പ്രശ്നമാണിത്. അതുകൊണ്ട് നമുക്ക് ശരിയായ ഉത്തരം പറയാൻ പ്രയാസമില്ല. കാക്ക പ്രകാശ കിരണത്തിന്റെ മാർഗ്ഗത്തിൽ പറയാൻ മതി. അതായത്, ചിത്രം 104-ൽ 1 എന്ന കോണവും 2 എന്ന കോണവും സമമാകത്തക്കവണ്ണം പറക്കണം. ഏറ്റവും ഹ്രസ്വമായ വഴി അതാണെന്നു നമുക്കറിയാമല്ലോ.



ചിത്രം 104. കാക്കപ്രശ്നത്തിന്റെ ഉത്തരം.

കലൈഡോസ്കോപ്പ്

കലൈഡോസ്കോപ്പ് കാണാത്തവരുണ്ടോ? ആ രസകരമായ കളിക്കോപ്പിൽ മൂന്നു പരന്ന കണ്ണാടികളുടെ നടുവിലായി പല വർണ്ണത്തിലുള്ള കറു കപ്പിച്ചിലുകൾ വച്ചിരിക്കുന്നു. കലൈഡോസ്കോപ്പ് അല്പമൊന്ന് തിരിച്ചാൽ മതി, ആ ചിലകൾ ചമയ്ക്കുന്ന അതിമനോഹരരൂപങ്ങൾ സമമിതമായി മാറും. സർവ്വസാധാരണമായ ഒരു കളിക്കോപ്പാണെങ്കിലും അതു കാഴ്ചവയ്ക്കുന്ന രൂപങ്ങളുടെ വൈവിധ്യം എത്ര



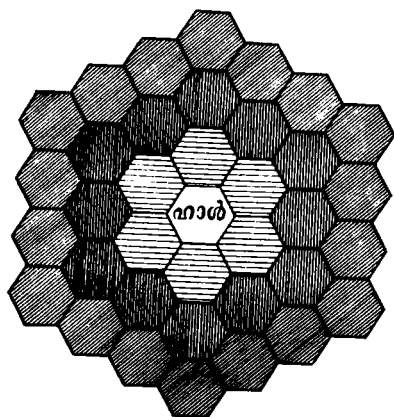
ചിത്രം 105. കലൈഡോസ്കോപ്പ്

വലുതാണെന്ന് മിക്കവാർക്കും അറിഞ്ഞുകൂടാ. ഒരു കലൈഡോസ്കോപ്പിൽ 20 കപ്പിച്ചിലുകളുണ്ടെന്നും അതു തിരിച്ചാൽ ഒരു മിനിറ്റിൽ പത്തു പുതിയ രൂപങ്ങൾ കാണാമെന്നും വിചാരിക്കുക. ഈ ഇരുപതു ചിലകൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന എല്ലാ രൂപങ്ങളും കാണാൻ എത്ര സമയം വേണം? ഭാവന എത്ര കാടു കയറിയാലും ശരിയായ ഉത്തരം കിട്ടുകയില്ല. സമുദ്രങ്ങൾ വററിയാലും പർവ്വതങ്ങൾ ഇടിഞ്ഞാലും എല്ലാം കണ്ടു തീരുകയില്ല. മുഴുവൻ രൂപങ്ങളും കാണാൻ ചുരുങ്ങിയത് അമ്പതിനായിരം കോടി വർഷങ്ങളെങ്കിലും വേണം!

കലൈഡോസ്കോപ്പ് കാഴ്ചവയ്ക്കുന്ന നിസ്സീമമാംവണ്ണം വൈവിധ്യമാർന്നതും സഭാ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതുമായ രൂപങ്ങൾ അലങ്കാരവിദ്യയിലേർപ്പെട്ടിട്ടുള്ള ചിത്രകാരന്മാരെ എക്കാലത്തും ആശ്ചര്യപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്. അവരുടെ ഭാവനയ്ക്ക് ആ കളിക്കോപ്പിന്റെ അക്ഷയമായ കല്പനാവൈഭവത്തോടു കിടപിടിക്കാൻ ഒരിക്കലും സാധ്യമല്ല. അതിമനോഹരങ്ങളായ പുത്രയത്ര രൂപങ്ങളാണ് ചുമർക്കടലാസിനും പരവതാനികൾക്കും തൂണിത്തറങ്ങൾക്കും മറ്റും വേണ്ടി അതു പ്രദാനം ചെയ്യുന്നത്! ഒരു നൂറ്റാൾക്കും മുമ്പ്, അതൊരു അതുൽകരമായ പുതുമയായിരുന്ന കാലത്തു്, കവികൾ അതിനു് അപദാനങ്ങൾ പാടിയിട്ടുണ്ട്. എന്നാലിന്നു് അത്രയ്ക്കൊന്നും അതു് പൊതുജനശ്രദ്ധ ആകർഷിക്കുന്നില്ല.

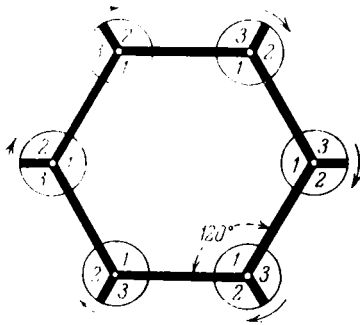
വളരെക്കാലത്തേക്കു് കലൈഡോസ്കോപ്പു് കൗതുകകരമായ ഒരു കളിക്കോപ്പിൽക്കവിഞ്ഞു് ഒന്നുമായിരുന്നില്ല. എന്നാലിന്നു് അലങ്കാരരൂപങ്ങൾ ആവിഷ്കരിക്കുന്നതിൽ അതു പ്രയോജനപ്രദമാണു്. കലൈഡോസ്കോപ്പിലെ വിവിധരൂപങ്ങളുടെ ഫോട്ടോ എടുക്കാനും അങ്ങിനെ പലതരം അലങ്കാരരൂപങ്ങൾ യാന്ത്രികമായി ആവിഷ്കരിക്കാനുമുള്ള ഒരു ഉപകരണം കണ്ടുപിടിച്ചിട്ടുണ്ട്.

മായാമന്ദിരങ്ങളും മരീചികാമന്ദിരങ്ങളും



ചിത്രം 106. കേന്ദ്രഹാരം മൂന്നാ
വർത്തി പ്രതിഫലിക്കുമ്പോൾ 36
ഘാളകൾ കിട്ടുന്നു

നമ്മൾ കൂപ്പിച്ചില്ലുകളോളമുള്ള കൊച്ചുപ്രാണികളായി കലൈഡോസ്കോപ്പിനകത്തുകടന്നാൽ എന്തായിരിക്കും അനുഭവം? 1900-ൽ പാരീസിലെ ലോകമേളയിൽ സംബന്ധിച്ചവർക്കു് ഈ അപൂർവ്വാവസരം ലഭിക്കുകയുണ്ടായി. അവിടത്തെ 'മായാമന്ദിരം' വലിയൊരു ആകർഷണകേന്ദ്രമായിരുന്നു. ഒരു കൂറ്റൻ കലൈഡോസ്കോപ്പിന്റെ അകവശം പോലെയാണതു്. ആറു വശങ്ങളോടുകൂടിയ ഒരു ഹാൾ സങ്കല്പിക്കുക. ഭംഗിയായി മിനുക്കിയ ഒരു വലിയ കണ്ണാടി ഓ



ചിത്രം 107.

രോ വശത്തു മുണ്ടു്. ഓരോ കോണിലും സ്തൂപങ്ങൾ തുടങ്ങിയ അലങ്കാരശില്പങ്ങൾ ഉണ്ടു്. അവ മച്ചിലെ ശില്പവേലകളുമായി ലയിച്ചു പേരുന്നു. കാഴ്ചയ്ക്കു് ഒരേപോലിരിക്കുന്ന അസംഖ്യം പേരിലൊരുവനായി, കണ്ണെത്താവുന്നത്ര ദൂരത്തിൽ ചുറ്റിനും നീണ്ടുകിടക്കുന്ന സ്തൂപാലംകൃത ഹാളുകളുടെ നടുവിൽ താൻ നിൽക്കുകയാണെന്നു് സന്ദർശകനു തോന്നുന്നു. ചിത്രം 106-ൽ ക്ഷിതിജരേ വകുപ്പിൽ അടയാളപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള ഹാളുകൾ ഒറ്റ പ്രതിഫലനത്തിന്റേയും കത്തനമായുള്ള വരകളിൽ അടയാളപ്പെടുത്തിയ അടുത്ത പന്ത്രണ്ടു ഹാളുകൾ ഇരട്ട പ്രതിഫലനത്തിന്റേയും ചെരിഞ്ഞ വരകളിൽ അടയാളപ്പെടുത്തിയ അടുത്ത പതിനെട്ടെണ്ണം ത്രികപ്രതിഫലനത്തിന്റേയും ഫലമാണു്. പ്രതിഫലനം പെരുകത്തോറും ഹാളുകളുടെ എണ്ണവും പെരുകുന്നു. സ്വാഭാവികമായും കമ്പ്യൂട്ടാടികൾ എത്രമാത്രം അന്യുനമാണെന്നതിനേയും അവ കൃത്യം സമാന്തരമായിട്ടാണോ വച്ചിരിക്കുന്നതെന്നതിനേയും ആശ്രയിച്ചാണു് ഇതിരിക്കുക. വാസ്തവത്തിൽ നമുക്കു് 468 ഹാളുകളേ കാണാൻ കഴിയൂ. പന്ത്രണ്ടാമത്തെ പ്രതിഫലനത്തിന്റെ ഫലമാണതു്.



ചിത്രം 108. “മരിചി കാമന്ദിര”ത്തിന്റെ രഹസ്യം.

പ്രകാശപ്രതിഫലനനിയമങ്ങൾ അറിയാവുന്ന ഏതൊരാൾക്കും ഈ മായാദർശനമെങ്ങിനെയുണ്ടാകുന്നുവെന്നു മനസ്സിലാകും. സമാന്തരമായ കണ്ണാടികളുടെ മൂന്നു ജോടിയും പരസ്പരം കോണായി വച്ചിട്ടുള്ള കണ്ണാടികളുടെ പത്തു ജോടിയും ഉള്ളതുകൊണ്ട് ഇത്രയേറെ പ്രതിഫലനങ്ങളുണ്ടാവുന്നതിൽ അതിശയിക്കാറില്ല.

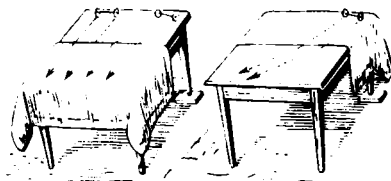
അതേ ലോകമേളയിൽത്തന്നെ പ്രദർശിപ്പിച്ചിരുന്ന മരീചികാ മന്ദിരം ഉളവാക്കിയ ദൃഷ്ടിഭ്രമങ്ങൾ ഇതിലും വിചിത്രമായിരുന്നു. അവിടെ, അനന്തമായ പ്രതിഫലനങ്ങൾക്കു പുറമെ മാറിമാറിവരുന്ന അലങ്കാരങ്ങളുമുണ്ടായിരുന്നു. ബൃഹത്തും എന്നാൽ പ്രത്യക്ഷത്തിൽ ചലിക്കുന്നതുമായ ഒരു കലൈഡോസ്കോപ്പായിരുന്നു അതെന്നു വേണമെങ്കിൽ പറയാം. കാണികൾ അതിനുള്ളിലാണ്. തിരിയുന്ന സ്റ്റേജിന്റെ മട്ടിൽ തിരിയുന്ന കോണുകൾ കണ്ണാടിപ്പാളിൽ ഏർപ്പെടുത്തിയിട്ടാണ് ഇതു സാധിച്ചത്. 1, 2, 3 എന്നിവയ്ക്ക് അനുരൂപമായി ഓരോ കോണിലും മൂന്നു മാറ്റങ്ങൾ വരുത്താമെന്ന് ചിത്രം 107-ൽ നിന്നു മനസ്സിലാവും. ആദ്യത്തെ ആറു കോണുകൾ വന്നാത്തരമായും പിന്നത്തെ ആറ്റെണ്ണം ഒരു സുൽത്താന്റെ അരമനയായും ഒടുവിലത്തെ ആറ്റെണ്ണം ഒരു ഇന്ത്യൻ ദേവാലയമുടേയും ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുകയാണെന്നു വയ്ക്കുക. മറച്ചുവെച്ചിരിക്കുന്ന മെക്കാനിസം ഒന്നു തിരിച്ചാൽ കൊടുംകാടു് ദേവാലയമോ അരമനയോ ആയി മാറും. ഈ സൂത്രത്തിന്റെയെല്ലാം അടിസ്ഥാനം പ്രകാശപ്രതിഫലനമെന്ന വളരെ ലളിതമായ ഒരു ഭൗതികപ്രതിഭാസമാണ്.

പ്രകാശത്തിന്റെ അപവർത്തനം എന്തുകൊണ്ട്, എങ്ങിനെ?

ഒരു മാധ്യമത്തിൽനിന്നു മററൊന്നിലേക്കു കടക്കുമ്പോൾ പ്രകാശത്തിനു സംഭവിക്കുന്ന അപവർത്തനം പ്രകൃതിയുടെ ചാപല്യങ്ങളിലൊന്നാണെന്നാണ് പലരുടേയും ധാരണ. പ്രകാശം അതിന്റെ ഗതി മാറ്റി ഒരു വശത്തേക്കു പാളിപ്പോകുന്നതെന്തിനാണെന്ന് അവർക്കു മനസ്സിലാകുന്നില്ല. നിങ്ങളുടെ അഭിപ്രായവും അതാണോ? എങ്കിൽ, ഒരു നിറപ്പായ റോഡിൽനിന്ന് കണ്ടും കഴിയും നിറഞ്ഞ റോഡിലേക്കു കടക്കുമ്പോൾ ഒരു സൈനികനിര എങ്ങിനെ പെരുമാറുന്നോ അതുപോലെതന്നെയാണ് പ്രകാശവും പ്രവർത്തിക്കുന്നതെന്നു വസ്തുത നിങ്ങൾക്കൊരു പക്ഷെ ആശ്വാസമരുളിയേക്കും.

പ്രകാശം എങ്ങിനെ അപവർത്തനം ചെയ്യുന്നുവെന്നു മനസ്സിലാക്കാൻ ഒരളുപാധവുണ്ട്. നിങ്ങൾ മേശവിരി രണ്ടായി മടക്കി ചിത്രം

109-ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ വിരിക്കുക. മേശയുടെ ഒരു വശം കറച്ചു പൊക്കിവയ്ക്കുക. മേശ മധ്യത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള രണ്ടു ചക്രങ്ങളെത്തു് മേശയുടെ അറ്റത്തു വയ്ക്കുക (പൊളിഞ്ഞ വല്ല കളിവണ്ടിയുടേയും ചക്രങ്ങളെത്താൽ മതി). ചക്രങ്ങൾ താഴോട്ടുട്ടുക. അവ മുതങ്ങുവരുന്നതു് മേശവിരിപ്പി



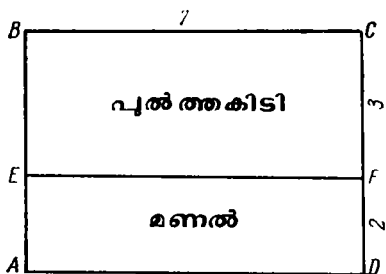
ചിത്രം 109. പ്രകാശ അപവർത്തനത്തെ വിശദീകരിക്കുന്ന പരീക്ഷണം.

ന്റെ മടക്കിനു ലംബമായിട്ടാണെങ്കിൽ അപവർത്തനം സംഭവിക്കുന്നില്ല. രണ്ടു വ്യത്യസ്തമാധ്യമങ്ങളുടെ അതിർത്തിയിൽ ലംബമായി പതിക്കുന്ന പ്രകാശകിരണം വളയുകയില്ലെന്ന പ്രകാശനിയമത്തിനനുസൃതമാണിതു്. എന്നാൽ മേശവിരിപ്പിന്റെ മടക്കിനു കോണായിട്ടാണു് ചക്രങ്ങൾ ഉരുങ്ങുവരുന്നതെങ്കിൽ ഗതി മടക്കിപ്പോയ് മാറുന്നു. രണ്ടു മാധ്യമങ്ങളുടെ അതിർത്തിയിൽ വെച്ചു് പ്രവേശത്തിനു മറ്റൊരു സംഭവിക്കുന്നുവെന്നതാണു് ഇതിനു കാരണം.

പ്രവേശം കൂടുതലുള്ള ഭാഗത്തുനിന്നു് (മേശയുടെ വിരിപ്പിടാത്ത ഭാഗം) പ്രവേശം കുറഞ്ഞ ഭാഗത്തേക്കു് (വിരിപ്പിട്ട ഭാഗം) കടക്കുമ്പോൾ ഗതി ('കിരണം') 'ആപതന ലംബ'ത്തോടു് അടുക്കുന്നു. മറിച്ചാണെങ്കിൽ ഗതി 'ആപതന ലംബ'ത്തിൽനിന്നു് അകലുന്നു.

പ്രകാശപ്രവേശം പുതിയ മാധ്യമത്തിൽ മാറുന്നതുകൊണ്ടാണു് അപവർത്തനം സംഭവിക്കുന്നതെന്നു് ഇതിൽനിന്നു വ്യക്തമാണല്ലോ. ഈ മാറ്റം കൂടുതലോറും അപവർത്തനകോണുവും വർദ്ധിക്കുന്നു. കാരണം, ഗതിമാറ്റത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന 'അപവർത്തനാങ്കം' ആ രണ്ടു പ്രവേശങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അനുപാതമല്ലാതെ മറ്റൊന്നുമല്ല. വായുവിൽനിന്നു വെള്ളത്തിലേക്കു കടക്കുമ്പോഴത്തെ 'അപവർത്തനാങ്കം' $\frac{4}{3}$ ആണെന്നു പറയുമ്പോൾ അതിനർത്ഥം പ്രകാശം വെള്ളത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതിന്റെ ഏതാണ്ടു് 1.3 ഇരട്ടി വേഗത്തിൽ വായുവിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നുള്ളതു്. പ്രകാശസംചരണത്തിന്റെ ശ്രദ്ധേയമായ മറ്റൊരു കാര്യത്തിൽ നാമങ്ങിനെ ചെന്നെത്തുന്നു. പ്രതിഫലിക്കുമ്പോൾ പ്രകാശം ഏറ്റവും ഹ്രസ്വമായ പാതയാണു് സ്വീകരിക്കുന്നതെങ്കിൽ അപവർത്തനം ചെയ്യുമ്പോൾ അതു് ഏറ്റവും ശീഘ്രമായ പാത സ്വീകരിക്കുന്നു. ആ വളഞ്ഞ വഴിയാണു് അതിനെ ഏറ്റവും വേഗം ലക്ഷ്യത്തിലെത്തിക്കുന്നതു്.

**വളഞ്ഞ വഴിയെ
പോയാൽ വേഗമെത്താം.**



ചിത്രം 110. കതിരപ്പട്ടാളക്കാരുടെ പ്രശ്നം. A-യിൽനിന്ന് C-യിലേക്കുള്ള ഏറ്റവും ശീഘ്രമായ വഴി കണ്ടുപിടിക്കുക.

അവിടന്ന് തീവണ്ടിയിൽ കയറി B-യിലിറങ്ങുകയാണ്. B-യിലേക്കു നേരെ പോകുന്നതാണല്ലോ നീളംകുറഞ്ഞ വഴി.

വേറൊരു ഉദാഹരണം പറയാം. ഒരു കതിരപ്പട്ടാളക്കാരൻ A എന്ന ബിരുവിൽ നിന്ന് C എന്ന ബിരുവിലേക്കു് ഒരു സന്ദേശം കൊണ്ടു കൊടുക്കണം (ചിത്രം 110). രണ്ടിനുമിടയിൽ കരെ മണൽപ്പരപ്പും കരെ പുൽപ്പരപ്പുമുണ്ട്. EF എന്ന ഗുരുവേല അവയെ വേർതിരിക്കുന്നു. പുൽപ്പരപ്പിലൂടെ നടക്കുന്നതിന്റെ ഊട്ടി സമയമെടുക്കും. മണലിൽ നടക്കാനെന്നു നമുക്കറിയാം. എത്രയും നേരത്തെ സന്ദേശമെത്തിക്കാൻ പട്ടാളക്കാരൻ ഏതു വഴി പോകണം?

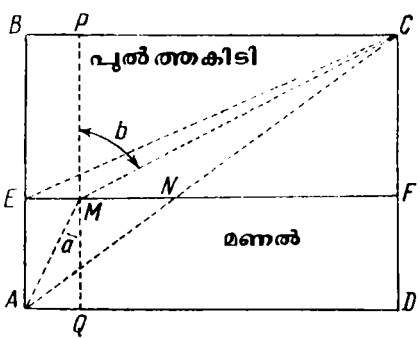
A-യിൽനിന്നു C-യിലേക്കുള്ള നേർവര വഴിയ്ക്കാണ് പോകേണ്ടതെന്ന് ഓരോ നോട്ടത്തിൽ തോന്നാം. എന്നാൽ ഒരൊറ്റ കതിരപ്പട്ടാളക്കാരനും ആ വഴി പോകുമെന്നു തോന്നുന്നില്ല. മണൽ കടക്കാൻ കൂടുതൽ സമയമെടുക്കുന്നതുകൊണ്ടു് മണലിലൂടെയുള്ള യാത്രയുടെ നീളം കുറച്ചു് സമയം ലാഭിക്കാൻ അയാൾ നോക്കും. അപ്പോൾ സ്വാഭാവികമായും പുൽപ്പരപ്പിലെ യാത്രയുടെ നീളം കൂടും. എന്നാൽ കതിര അതിലൂടെ ഊട്ടി വേഗത്തിൽ പോകുമെന്നതുകൊണ്ടു് ദൂരം കൂടുതലാണെങ്കിലും സമയം കുറച്ചു എടുക്കും. മറ്റൊരു വിധത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ, മണൽപ്പരപ്പിന്റേയും പുൽപ്പരപ്പിന്റേയും അതിർത്തിയിൽ വെച്ചു് അപവർത്തനം ചെയ്യുന്ന വഴിയാണ് അയാൾ സ്വീകരിക്കേണ്ടതു്. മാത്രമല്ല,

വളഞ്ഞ വഴിയെ പോയാൽ നേരെ പോകുന്നതിനേക്കാൾ വേഗമെത്താൻ വാസ്തവത്തിൽ കഴിയുമോ? കഴിയും—നമ്മുടെ വഴിയുടെ വിവിധ അംശങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്തവേഗതയോടെയാണ് സഞ്ചരിക്കുന്നതെങ്കിൽ. A, B എന്ന രണ്ടു റെയിൽവേ സ്റ്റേഷനുകൾക്കിടയ്ക്കും എന്നാൽ A-യോടു് കൂടുതലടുത്തും താമസിക്കുന്ന ആളുകൾ B-യിൽ വേഗമെത്താൻ ചെയ്യുന്നത് A-വരെ നടക്കുകയോ സൈക്കിളിൽ പോവുകയോ ചെയ്തിട്ടു്

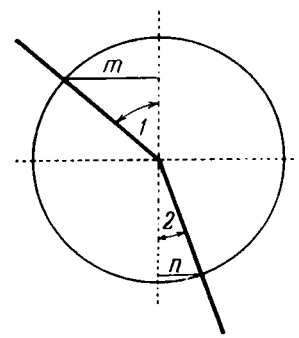
പുൽപ്പുരപ്പിലൂടെയുള്ള വഴി അതിർത്തിയുമായുള്ള ലംബത്തോടു മ
 ണൽപ്പുരപ്പിലൂടെയുള്ള വഴിയേക്കാൾ വലിയ കോണം രചിച്ചിരിക്ക
 കയും വേണം.

ജ്യാമിതിയെക്കുറിച്ച്, വിശേഷിച്ച് പൈത്തഗോറാസ് പ്രമേയ
 ണ്തെക്കുറിച്ച്, കറച്ചെങ്കിലും അറിയാവുന്ന ഏതൊരാൾക്കും ബോദ്ധ്യ
 മാകും, AC എന്ന നേർവഴിയല്ല ഏറ്റവും വേഗം എത്താവുന്ന വഴി
 യെന്നു്. ചിത്രം 110-ൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ള പ്രകാരം രണ്ടു പരപ്പുകളുടേയും
 നീളവും വീതിയും കണക്കിലെടുത്താൽ, AEC എന്ന വളഞ്ഞ വഴി
 യെ പോയാലാണു് കതിരപ്പട്ടാളക്കാരൻ കൂടുതൽ വേഗമെത്തുക (ചി
 ത്രം 111).

ചിത്രം 110-ൽ മണൽപ്പുരപ്പിന്റെ വീതി രണ്ടു കിലോമീറ്ററും
 പുൽപ്പുരപ്പിന്റെതു് മൂന്നു കിലോമീറ്ററും B-യിൽനിന്നു C-യിലേക്കു
 ഉള്ള ദൂരം 7 കിലോമീറ്ററുമാണു്. പൈത്തഗോറാസ് പ്രമേയമനുസരിച്ച്
 A മുതൽ C വരെയുള്ള മൊത്തം ദൂരം (ചിത്രം 111) $\sqrt{5^2 + 7^2} = \sqrt{74}$
 8.6 കിലോമീറ്റർ ആണു്. മണലിലൂടെയുള്ള AN എന്ന അംശം അതി
 ന്റെ അഞ്ചിൽ രണ്ടു ഭാഗം, അഥവാ 3.44 കിലോമീറ്റർ, വരും. പുല്ലി
 നെ അപേക്ഷിച്ച് മണൽ കടക്കാൻ ഇരുട്ടി സമയമെടുക്കുമെന്നതുകൊ
 ണ്ടു് സമയത്തിന്റെ കോണിൽനിന്നു നോക്കുമ്പോൾ മണലിലൂടെയു



ചിത്രം 111. കതിരപ്പട്ടാളക്കാര
 ന്റെ പ്രശ്നത്തിനുള്ള ഉത്തരം.
 ഏറ്റവും ശീഘ്രമായ വഴി AMC
 ആണു്



ചിത്രം 112. “സൈൻ”
 എന്നുവെച്ചാൽ എന്താണു്?
 m-നു് വ്യാസാർദ്ധത്തോടു
 ഉള്ള സംബന്ധമാണു് കോണം
 1-ന്റെ സൈൻ. n-നു്
 വ്യാസാർദ്ധത്തോടുള്ള സംബ
 ന്ധമാണു് കോണം 2-ന്റെ
 സൈൻ

ഉള്ള 3.44 കി. മീ. പല്ലിലൂടെയുള്ള 6.88 കി. മീ. ന് തുല്യമാണ്. അതുകൊണ്ട് 8.6 കി. മീ. നീളമുള്ള AC എന്ന ഋജുപഥം പല്ലിലൂടെയുള്ള 12.04 കി. മീ. ന് തുല്യമാണ്. നമുക്ക് AEC എന്ന വളഞ്ഞ വഴിയും “പുൽപാത”യാക്കി മാറ്റാം. AE 2 കി. മീ. ആണ്. എന്നുവെച്ചാൽ 4 കി.മീ. പുൽപാതയെന്നർത്ഥം. $EC = \sqrt{3^2 + 7^2} = \sqrt{58} = 7.6$ കി. മീ. അതുകൊണ്ട് വളഞ്ഞവഴി $AEC = 4 + 7.6 = 11.6$ കി. മീ.

“ശ്രദ്ധമായ” നേർവഴി പല്ലിപ്പൂടെ 12 കിലോമീറ്ററാകുമ്പോൾ “നീണ്ട” വളഞ്ഞ വഴി പല്ലിലൂടെ 11.6 കിലോമീറ്ററാണെന്നു വരുന്നു. അതിലൂടെ പോയാൽ $12.00 - 11.60 = 0.40$ കി. മീ. അഥവാ ഉദ്ദേശം അര കിലോമീറ്റർ, ലാഭിക്കാമെന്നർത്ഥം. എന്നാൽ ഏറ്റവും ശീഘ്രമായ വഴി ഇതുമല്ല. കോണം b-യുടെ സൈൻ കോണം a-യുടെ സൈനോടുള്ള അനുപാതവും പല്ലിലൂടെയുള്ള പ്രവേഗത്തിന് മണലിലൂടെയുള്ള പ്രവേഗത്തോടുള്ള അനുപാതവും (അതായത് 2:1 എന്ന അനുപാതവും) തുല്യമാകുന്നതെപ്പോഴോ ആ ദൂരമാണ് ഏറ്റവും ശീഘ്രമായ വഴിയെന്ന് ത്രികോണമിതി അനുശാസിക്കുന്നു. അതായത്, കോണം bയുടെ സൈൻ കോണം aയുടെ സൈനിന്റെ ഇരട്ടിയാവുന്ന പാതയേതോ അതാണു നാം സ്വീകരിക്കേണ്ടത്. അതനുസരിച്ച് നാം EF കടക്കേണ്ടത് E-യിൽനിന്ന് ഒരു കിലോമീറ്റർ അകലെയുള്ള M-ൽ വെച്ചാണ്. അപ്പോൾ രണ്ടു പ്രവേഗങ്ങൾ

$$\sin b = \frac{6}{\sqrt{3^2 + 6^2}}; \quad \sin a = \frac{1}{\sqrt{1 + 2^2}};$$

$$\frac{\sin b}{\sin a} = \frac{6}{\sqrt{45}} : \frac{1}{\sqrt{5}} = \frac{6}{3\sqrt{5}} : \frac{1}{\sqrt{5}} = 2.$$

തമ്മിലുള്ള അനുപാതവും ഇതുതന്നെയാണല്ലോ. “പുൽപാത”യായി മാറിയാൽ ഈ വഴിയുടെ ദൂരം എത്ര വരും? $AM = \sqrt{2^2 + 1^2}$. ഇത് പല്ലിലൂടെയുള്ള 4.47 കി. മീ. ന് തുല്യമാണ്. $MC = \sqrt{3^2 + 6^2} = 6.49$ കി. മീ. രണ്ടും കൂടി കൂട്ടിയാൽ കിട്ടുന്നത് 10.96 കി. മീ. പല്ലിലൂടെയുള്ള നേർവഴിയുടെ നീളം 12.04 കി. മീ. ആണല്ലോ. അതിനേക്കാൾ 1.08 കി. മീ. നീളക്കുറവാണ് AMC-യ്ക്ക് എന്നർത്ഥം.

ഇത്തരം സന്ദർഭങ്ങളിൽ വളഞ്ഞ വഴിയെ പോയാലുള്ള ഗുണമാണ് ഇത് ഉദാഹരിക്കുന്നത്. പ്രകാശം സ്വാഭാവികമായും ഏറ്റവും ശീഘ്രമായ വഴിയാണു സ്വീകരിക്കുന്നത്. കാരണം, പ്രകാശ അപവർ

ത്തനനിയമം ഉചിതമായ ഗണിതനിർദ്ധാരണവുമായി കണിശമായും പൊരുത്തപ്പെടുന്നു. അപവർത്തനകോണത്തിന്റെ സൈനിനു പതന കോണത്തിന്റെ സൈനിനോടുള്ള അനുപാതവും പുതിയ മാധ്യമത്തിലെ പ്രകാശസംചരണപ്രവേഗത്തിനു പഴയ മാധ്യമത്തിലെ പ്രവേഗത്തോടുള്ള അനുപാതവും സമമാണ്. ആ രണ്ടു മാധ്യമങ്ങളുടെ അപവർത്തനാങ്കമാണ് പ്രസ്തുത അനുപാതം. പ്രതിഫലനത്തിന്റേയും അപവർത്തനത്തിന്റേയും സവിശേഷതകളെ കൂട്ടിയിണക്കിക്കൊണ്ടു് നാം ‘ഫെർമാതത്വ’ത്തിൽ എത്തുന്നു. ‘അത്യല്പസമയതത്വം’ എന്നും ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞർ ഇതിനെ വിളിക്കാറുണ്ടു്. പ്രകാശം എപ്പോഴും ഏറ്റവും ശീഘ്രമായ പാത സ്വീകരിക്കുന്നു എന്നതാണ് ആ തത്വം.

അപവർത്തനഗുണങ്ങൾ ക്രമേണ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു ഭിന്നാത്മകമാധ്യമത്തിലും—ഉദാഹരണത്തിനു് നമ്മുടെ വായുമണ്ഡലത്തിൽ—‘അത്യല്പസമയതത്വം’ ബാധകമാണ്. ഖഗോളങ്ങളിൽ നിന്നു് നമ്മുടെ വായുമണ്ഡലത്തിലൂടെ കടന്നുവരുന്ന പ്രകാശത്തിനു നേരിയൊരു വക്രത സംഭവിക്കുന്നതു് ഇക്കാരണത്താലാണ്. ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞർ അതിനു് ‘വായുമണ്ഡല അപവർത്തനം’ എന്നു പേരിട്ടിരിക്കുന്നു. തറയോടടുക്കുന്തോറും ഘനത്വം വർദ്ധിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന നമ്മുടെ വായുമണ്ഡലത്തിൽ വളവിന്റെ ഉൾവശം ഭൂമിക്ക് അഭിമുഖമായ വിധത്തിൽ പ്രകാശം വളയുന്നു. മുന്നോട്ടുള്ള ഗതിക്ക് തടസ്സം കുറവായിട്ടുള്ള വായുമണ്ഡലത്തിന്റെ ഉന്നതസ്തരങ്ങളിൽ അതു് കൂടുതൽ സമയം ചെലവഴിക്കുന്നു. കൂടുതൽ ‘മന്ദ’മായ അധോസ്തരങ്ങളിൽ കുറച്ചു സമയവും. അങ്ങിനെയൊന്നതു് നേർവഴിയിലൂടെ എത്താവുന്നതിലും വേഗത്തിൽ ലക്ഷ്യസ്ഥാനത്തു് എത്തുന്നതു്.

ഫെർമാതത്വം പ്രകാശത്തിനു മാത്രമല്ല ബാധകമായിട്ടുള്ളതു്. ശബ്ദവും പൊതുവിൽ ഏതുതരത്തിലുള്ള തരംഗങ്ങളും ഈ തത്വമനുസരിച്ചാണ് സഞ്ചരിക്കുന്നതു്. എന്തുകൊണ്ടു് എന്ന ചോദ്യത്തിനുത്തരമായി ഞാൻ സമുന്നത ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഷ്റോഡിംഗറുടെ വാക്കുകൾ ഉദ്ധരിക്കാം. 1933-ൽ നോബൽ സമ്മാനം സ്വീകരിക്കുന്ന വേളയിൽ അദ്ദേഹം സ്റ്റോക്ക്ഹോമിൽ വായിച്ച പ്രബന്ധത്തിലെ വാക്കുകളാണവ. ക്രമേണ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഘനത്വത്തോടുകൂടിയ ഒരു മാധ്യമത്തിലൂടെ പ്രകാശം സഞ്ചരിക്കുന്ന വിധം വിവരിക്കുമ്പോൾ അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു:

‘വരി തെറ്റാതിരിക്കാൻ വേണ്ടി മുൻവരിയിൽ നിൽക്കുന്ന ഓരോ പട്ടാളക്കാരനും മുന്തിലുള്ള നീണ്ട വടിയിൽ അമർത്തിപ്പിടിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ ആജ്ഞ മുഴങ്ങുന്നു: ഡബിൾ! ക്വിക്ക്! തറയുടെ സ്വഭാവം’

ക്രമേണ മാറുകയാണെങ്കിൽ ആദ്യം വലത്തേ അറ്റവും പിന്നീട് ഇടത്തേ അറ്റവും കൂടുതൽ വേഗം നീങ്ങും. മുൻവരി ഒന്നു തിരിയും. അവർ നടന്നത് നേർവഴിക്കല്ല, വളഞ്ഞ വഴിക്കാണ്, എന്ന് ശ്രദ്ധിക്കുക. ആ തറയുടെ അങ്ങത്തലയ്ക്കുത്താണെടുത്ത സമയം നോക്കിയാൽ അത് ഏറ്റവും ഗ്രന്ഥമായ വഴിയാണെന്നു വ്യക്തമാണ്. കാരണം, ഓരോ പട്ടാളക്കാരനും ആവുന്നത്ര വേഗത്തിൽ ഓടാൻ ശ്രമിച്ചിട്ടുണ്ട്.”

പുതിയ റോബിൻസൺ ക്രൂസോമാർ

ജൂൽ വേർണിന്റെ “നിഗ്രഡ്വിപ്” എന്ന കഥയിൽ, ഒരു വിജനദ്വീപിൽ അകപ്പെട്ട കഥാപാത്രങ്ങൾ തീപ്പെട്ടിയോ തീപിടിപ്പിക്കാനുള്ള മറ്റു സാമഗ്രികളോ ഒന്നുമില്ലാതെ തീ പിടിപ്പിച്ചത് നിങ്ങൾ ഓർക്കുന്നുണ്ടാവും. ഡാനിയൽ ഡീഫോയുടെ റോബിൻസൺ ക്രൂസോയെ മിന്നൽ സഹായിച്ചു. അതു യാദൃച്ഛികമായി വന്നു വീണ് ഒരു മരത്തിനു തീ പിടിപ്പിച്ചു. എന്നാൽ ജൂൽ വേർണിന്റെ കഥയിൽ അദ്വൈതവിദ്യയായ ഒരു എഞ്ചിനീയറുടെ ബുദ്ധിയും ഭൗതികവിജ്ഞാനവുമാണ് കഥാപാത്രങ്ങളുടെ സഹായത്തിനെത്തിയത്. ശുദ്ധഗതിക്കാരനായ പെൻക്രോഫ് എന്ന നാവികൻ നായാട്ടു കഴിഞ്ഞു മടങ്ങിയപ്പോൾ എഞ്ചിനീയറും പത്രപ്രവർത്തകനും ആളുന്ന തീക്കുടപ്പത്തിനടുത്തിരിക്കുന്നതു കണ്ട് അന്തം വിട്ടത് ഓർക്കുന്നുണ്ടോ?

“ ‘ആരാണു തീ കത്തിച്ചത്?’ പെൻക്രോഫ് ചോദിച്ചു.

“ ‘സൂര്യൻ!’ സ്റ്റീലൈറ്റ് മറുപടി പറഞ്ഞു.

“പത്രപ്രവർത്തകൻ തമാശ പറഞ്ഞതല്ല. നാവികനെ ഇത്രയേറെ ആശ്ചര്യപ്പെടുത്തിയ തീ കൊളുത്തിയത് വാസ്തവത്തിൽ സൂര്യൻതന്നെ യായിരുന്നു. അയാൾക്കു സ്വന്തം കണ്ണുകളെ വിശ്വസിക്കാൻ കഴിഞ്ഞില്ല. അതുതാഴികയ്ക്കുതാൽ അയാൾ എഞ്ചിനീയറെ ചോദ്യം ചെയ്യാൻതന്നെ മുതിർന്നില്ല.

“ ‘നിങ്ങളുടെ കയ്യിൽ തീക്കണ്ണാടി ഉണ്ടായിരുന്നോ?’ ഹെർബർട്ട് ചോദിച്ചു.

“ ‘ഇല്ല, ഞാൻ അതുണ്ടാക്കി.’

“അയാളതു കാണിച്ചുകൊടുക്കുകയും ചെയ്തു. അയാളുടേയും പത്രപ്രവർത്തകന്റേയും വാചകങ്ങളിൽനിന്ന് അഴിച്ചെടുത്ത വെറും രണ്ടു ചില്ലുകളായിരുന്നു അത്. വെള്ളം നിറച്ച് രണ്ടു ചില്ലുകളും ചേർത്തുവെച്ച് വക്ക് കള്ളിമണ്ണുകൊണ്ട് ഒട്ടിച്ച് അയാൾ ശരിക്കുമൊരു തീക്കണ്ണാടി

ഉണ്ടാക്കി. ഉണങ്ങിയ കറെ പായലിൽ അതിലൂടെ സൂര്യകിരണങ്ങൾ കേന്ദ്രീകരിച്ചപ്പോൾ തീയുണ്ടാവുകയും ചെയ്തു."

രണ്ടു ചിലകൾക്കുമിടയിൽ വെള്ളം നിറച്ചതെന്തിനാണെന്നു ചോദിക്കുമായിരിക്കും. വായുവാണെങ്കിലും സൂര്യകിരണങ്ങളെ ഫോക്കസ്സിലെത്തുകയില്ലേ? ഇല്ല. സമാന്തരമായ (സംകേന്ദ്രിയായ) രണ്ടു പ്രതലങ്ങളാൽ പരിബദ്ധമാണ് വാച്ചിന്റെ ചില്ല. അത്തരത്തിലുള്ള പ്രതലങ്ങളാൽ പരിബദ്ധമായ മാധ്യമത്തിലൂടെ കടന്നുപോകുമ്പോൾ പ്രകാശഗതിയിൽ കാര്യമായ യാതൊരു മാറ്റവും സംഭവിക്കുന്നില്ലെന്നു ഭൗതികം പറയുന്നു. രണ്ടാമത്തെ ചില്ലിലൂടെ കടക്കുമ്പോഴും അതു വളയുന്നില്ല. അങ്ങിനെ പ്രകാശകിരണങ്ങളെ ഒരു ബിന്ദുവിൽ ഫോക്കസ്സിലെത്താൻ കഴിയുന്നില്ല. അതിന് ചിലകൾക്കിടയിൽ വായുവിനേക്കാൾ നന്നായി പ്രകാശകിരണങ്ങളെ അപവർത്തനംചെയ്യുന്ന ഒരു സുതാര്യവസ്തു നിറയ്ക്കണം. അതാണ് ജൂൽ വേർണിന്റെ എഞ്ചിനീയർ ചെയ്തത്.

വെള്ളം നിറച്ച ഒരു സാധാരണ സ്പടികപ്പാത്രം ഉരുണ്ടാണിരിക്കുന്നതെങ്കിൽ തീക്കണ്ണാടിയാണിത് ഉപകരിക്കും. പണ്ടുകാലത്തുള്ളവർക്ക് ഇതറിയാമായിരുന്നു. വെള്ളം ചൂടാക്കി പിടിക്കുകയില്ലെന്ന കാര്യവും അവർ ശ്രദ്ധിച്ചിരുന്നു. തുറന്ന ജനാലയുടെ പടിയിൽ അശ്രദ്ധമായി വെച്ചിട്ടുപോയ സ്പടികജലപ്പാത്രം വെയിലടിച്ച് ജനാലക്കർട്ടനുകളും മേശവിരിയും മേശയും മറ്റും എരിച്ചുകളഞ്ഞ സംഭവങ്ങളുണ്ടായിട്ടുണ്ട്. ഔഷധശാലകളുടെ ജാലകങ്ങളെ അലങ്കരിച്ചിരുന്ന വർണ്ണജലഗോളങ്ങൾ അടുത്തു സംഭരിച്ചുവെച്ചിരുന്ന കത്താനെളപ്പുള്ള സാധനങ്ങളിൽ തീ പറ്റിച്ച് ഇടയ്ക്കിടെ അഗ്നിബാധയുണ്ടാക്കാറുണ്ടായിരുന്നു.

12 സെന്റിമീറ്റർ വ്യാസമുള്ളതും വെള്ളം നിറച്ചതുമായ ഒരു പെറിയ ഉരുണ്ട റിട്ടോർട്ടിന് ഒരു വാച്ച്ഗ്ലാസിലെ വെള്ളം തിളപ്പിക്കാൻ കഴിയും. 15 സെ. മീ. ഫോക്കസ് ദൂരത്തിൽ (റിട്ടോർട്ടിനു വളരെ അടുത്തായിരിക്കും ഫോക്കസ്സ്) 120° സെ. താപനില വരുത്താൻ കഴിയും. ഒരു തീക്കണ്ണാടിയിൽനിന്നു കൊളുത്താവുന്നത്ര അനായാസമായി നിങ്ങൾക്കതിൽനിന്ന് സിഗറട്ട് കൊളുത്താൻ കഴിയും. എന്നാൽ വെള്ളം നിറച്ച ലെൻസിനേക്കാൾ വളരെക്കൂടുതൽ ഫലപ്രദമാണ് സ്പടികലെൻസെസ് ഓർക്കണം. കാരണം, ഒന്നാമത്, വെള്ളത്തിന്റെ അപവർത്തനാങ്കം സ്പടികത്തിന്റേതിനേക്കാൾ വളരെ കുറവാണ്. രണ്ടാമത്, ചൂടാക്കി പിടിക്കാൻ അനുപേക്ഷണീയമായ ഇൻഫ്രാറെഡ് കിരണങ്ങളെ വെള്ളം ശക്തിയായി വലിച്ചെടുക്കുന്നു.

കണ്ണടയും ദൂരദർശിനിയും കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിന് ആയിരത്തിലേറെ വർഷങ്ങൾക്കു മുമ്പുതന്നെ പ്രാചീനഗ്രീക്കുകാർക്ക് കണ്ണാടി



ചിത്രം 113. ഡോക്ടർ സൂര്യകിരണങ്ങ
ഒരു ബിന്ദുവിൽ കേന്ദ്രീകരിച്ച് തീ
പിടിപ്പിച്ചു

ലെൻസുകളുടെ ജ്വലനശക്തിയെക്കുറിച്ച് അറിയാമായിരുന്നുവെന്നത് വിചിത്രമായ ഒരു സത്യമാണ്. “മേഘം” എന്ന പ്രസിദ്ധകോമഡിയിൽ അരിസ്റ്റോഫനിസ് അതെപ്പറ്റി പരാമർശിക്കുന്നുണ്ട്. സോക്രട്ടീസ് ബ്രെപ്ത്യാഭിസ്സിനോടു ചോദിക്കുന്നു:

“ആരെങ്കിലും നിന്റെ പേരിൽ അഞ്ചു ടാലന്റിനുള്ള ഒരു ബാധ്യതാപത്രം എഴുതിയാൽ നീ അത് എങ്ങിനെ നശിപ്പിക്കും?

“ഒ സ്ര പ് ത ധ്യാ ഭി സ്”: ഞാൻ അതിനൊരു വഴി കണ്ടിട്ടുണ്ട്. അതു നല്ലൊരു കൗശലമാണെന്ന് അങ്ങുതന്നെ സമ്മതിക്കും. തീ കത്തിക്കാൻ കഴിവുള്ള അതിസുന്ദരവും നിർമ്മലവുമായ ഒരു കല്ല് ഔഷധശാലയിൽ വിൽക്കാൻ വെച്ചിട്ടുള്ളതു കണ്ടിട്ടില്ലേ?

“ഔ സ ഓ ക്ര ട് റീ സ്”: തീക്കണ്ണാടിയാണോ?

“ഒ സ്ര പ് ത ധ്യാ ഭി സ്”: അതെ, അതുതന്നെ.

“ഔ സ ഓ ക്ര ട് റീ സ്”: എന്നിട്ടോ?

“ഒ സ്ര പ് ത ധ്യാ ഭി സ്”: നോട്ടറി എഴുതിക്കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ ഞാൻ അയാളുടെ പിന്നിൽ പോയി നിന്ന് ആ ബാധ്യതാപത്രത്തി

മേൽ സൂര്യപ്രകാശത്തെ കേന്ദ്രീകരിക്കും. അയാൾ എഴുന്നള്ളി മുഴുവനും ഉരുക്കിക്കളയും..''

അരിസ്റ്റോഫനിസിന്റെ കാലത്തു് ഗ്രീക്കുകാർ എളുപ്പം ഉരുക്കിപ്പോകുന്ന മെഴുകുപലകകളിന്മേലാണു് എഴുതിയിരുന്നതെന്നു് ഓർക്കണം..

തീ കത്തിക്കാൻ ഐസു്

വേണ്ടത്ര സുതാര്യമാണെങ്കിൽ ഐസുപോലും ഉത്തല (കോൺവെക്സ്) ലെൻസായും അങ്ങിനെ തീക്കണ്ണാടിയായും ഉപകരിക്കുന്നതാണു്. ആ സമയത്തു് ഐസു് ചൂടു പിടിച്ചു് ഉരുക്കുന്നില്ലെന്നുകൂടി പറഞ്ഞുകൊള്ളട്ടെ. അതിന്റെ അപവർത്തനാങ്കം വെള്ളത്തിന്റേതിനേക്കാൾ ലേശം കുറവാണു്. വെള്ളം നിറച്ച ഒരു ഉരുണ്ട സ്റ്റാക്കിപ്പാത്രത്തെ തീക്കണ്ണാടിയാക്കി ഉപയോഗിക്കാവുന്നതുകൊണ്ടു് അതേ ആകൃതിയിലുള്ള ഒരു ഐസുകുട്ടയേയും അങ്ങിനെ ഉപയോഗപ്പെടുത്താവുന്നതാണു്. “കപ്പിത്താൻ ഹറേറാസിന്റെ പരാക്രമങ്ങൾ” എന്ന ജൂൽ വേർൺ കൃതിയിൽ വഴിതെറ്റിപ്പോയ ഒരു സംഘം യാത്രക്കാർ അതിഭയങ്കരമായ തണുപ്പത്തു് (താപനില പൂജ്യത്തിനു 48 ഡിഗ്രി താഴെ) തീ കത്തിക്കാൻ കയ്യിൽ യാതൊന്നുമില്ലാതെ വിഷമിക്കുമ്പോൾ ഡോക്ടർ ക്ലൗബോണി ഐസുകൊണ്ടുള്ള ഒരു “തീക്കണ്ണാടി”യുടെ സഹായത്തോടെ തീ കത്തിക്കുന്നുണ്ടു്.

“ ‘വലിയ കഷ്ടമായിപ്പോയി,’ കപ്പിത്താൻ പറഞ്ഞു.

“ ‘ശരിയാണു്,’ ഡോക്ടർ പറഞ്ഞു.

“ ‘തീയുണ്ടാക്കാൻ കയ്യിലൊരു ദൂരദർശിനിപോലുമില്ല!’

“ ‘അതില്ലാതെപോയതു് കഷ്ടമായി,’ ഡോക്ടർ പറഞ്ഞു. ‘കാരണം വെയിലിനു നല്ല ശക്തിയുണ്ടു്. തീ കത്തിക്കാൻ പാറു..’

“ ‘കരടിയെ പച്ചയ്ക്കു തിന്നേണ്ടി വരുമോ,’ കപ്പിത്താൻ പറഞ്ഞു.

“ ‘അറ്റ കൈയ്ക്കു് അതു വേണ്ടിവരും,’ ഡോക്ടർ ചിന്താധീനനായി പറഞ്ഞു. ‘പക്ഷെ നമുക്കു് ഒന്നു ചെയ്യാലെന്താ...?’

“ ‘എതു്?’ ഹറേറാസു് ചോദിച്ചു.

“ ‘എനിക്കൊരു ബുദ്ധി തോന്നുന്നു.’

“ ‘എങ്കിൽ നമ്മൾ രക്ഷപ്പെട്ടു!’ നാവികോദ്യോഗസ്ഥൻ പറഞ്ഞു.

“ ‘പക്ഷെ...’ ഡോക്ടർ ശങ്കിച്ചുനിന്നു.

“ ‘എന്താ കാര്യം?’ കപ്പിത്താൻ ചോദിച്ചു.

“ ‘നമ്മുടെ കയ്യിൽ തീക്കണ്ണാടിയില്ല. എങ്കിലും നമുക്ക് റൈണ്ഡ് മുണ്ടാക്കാം..’

“ ‘എങ്ങിനെ?’ നാവികോദ്യോഗസ്ഥൻ ചോദിച്ചു.

“ ‘ഒരു കഷണം ഐസിൽ നിന്ന്!’

“ ‘പറുമെന്നു തോന്നുന്നുണ്ടോ...?’

“ ‘എത്രകൊണ്ടു പറിക്കൂടാ? സൂര്യശ്ശികളെ ഒരു ബിന്ദുവിൽ കൊണ്ടുവരികയാണല്ലോ വേണ്ടത്. അതിന് ഒരു കഷണം ഐസു മതി. ശുദ്ധജലത്തിൽ നിന്നുള്ള ഐസാണ് കൂടുതൽ നല്ലത്. അതു കൂടുതൽ ഉറച്ചതും സുതാര്യവുമാണ്.’

“ ‘നൂറു ചുവടോളം അകലെയുള്ള ഒരു ഐസുകുനയിലേക്കു ചൂണ്ടിക്കൊണ്ടു നാവികോദ്യോഗസ്ഥൻ പറഞ്ഞു: ‘ഓ അതാണു നമുക്കു വേണ്ടതെന്നു തോന്നുന്നു.’

“ ‘അതെ. മഴവെടുത്തോളൂ. നമുക്കങ്ങോട്ടു പോകാം..’

“ ‘മൂന്നു പേരും കുനയുടെ അടുത്തേക്കു നടന്നു. അതു ശരിക്കും ശുദ്ധജല ഐസാണെന്നു അവർ കണ്ടു.

“ ‘ഒരടിയോളം വ്യാസമുള്ള ഒരു ഐസുകുട്ട അടർത്തിയെടുക്കാൻ ഡോക്ടർ നാവികോദ്യോഗസ്ഥനോടു പറഞ്ഞു. അദ്ദേഹം അതു തന്റെ മഴവും കത്തിയുമുപയോഗിച്ചു ചെത്തിച്ചെത്തിയെടുക്കുകയും അവസാനം കൈയുറച്ചു മിനുസപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്തു. ഇപ്പോഴത് സുതാര്യമായ ഒരൊന്നാത്തരം തീക്കണ്ണാടിയിായി. സൂര്യനു നല്ല ചൂടുണ്ടായിരുന്നു. ഡോക്ടർ ഐസുകുട്ട സൂര്യനു നേരെ പിടിച്ചു സൂര്യശ്ശികൾകൊണ്ടു തീയുണ്ടാക്കി..’

ജൂൺ വേർണിന്റെ കഥ അസംഭാവ്യമല്ല. ഈ പരീക്ഷണം വിജ



യകരമായി ആദ്യം നടത്തിയത് 1763-ൽ ഇംഗ്ലണ്ടിലാണ്. അതിനുശേഷം ഒന്നിലധികം തവണ ഐസ് ഇതിനുവേണ്ടി ഉപയോഗിച്ചിട്ടുണ്ട്. അതികാലമായ തണുപ്പത്ത്—താപനില പൂജ്യത്തിനു താഴെ 48° ആയിരിക്കുമ്പോൾ—മഴവും കത്തിയും ‘‘സ്വന്തം കൈ’’യും പോ

ചിത്രം 114. ഐസുകൊണ്ടു തീക്കണ്ണാടിയുണ്ടാക്കാനുള്ള പാത്രം.

ലുള്ള പ്രാകൃതോപകരണങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു ഐസിൽനിന്ന് തീക്കണ്ണാടി തീർത്തുവെന്നു വിശ്വസിക്കാൻ പ്രയാസമായിരിക്കും. ഇതിലും എളുപ്പമായ മറ്റൊരു വഴിയുണ്ട്. പററിയ ആകൃതിയിലുള്ള ഒരു കിണ്ണത്തിൽ കുറച്ചു വെള്ളമൊഴിച്ചു തണുപ്പിച്ചു കട്ടിയാക്കുക. കിണ്ണത്തി

ന്റെ അടിവശം അല്പം ചൂടാക്കിയാൽ ഐസ് ഇളകിവരും. ഇത്തരം ‘‘തീക്കണ്ണാടി’’ തുഷാരമുള്ള തെളിഞ്ഞ ദിവസം തുറസ്സായ ഇടത്തു മാത്രമേ ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയൂ. മുറിക്കുകയ്ക്ക് ജനാലകളുമടച്ച് ഇത് ഉപയോഗിക്കാൻ നോക്കണ്ട. കാരണം, ജനാലച്ചിപ്പുകൾ സൂര്യൻ ഉൾപ്പെടെയുള്ളവയുടെ ഏറിയകൂറും വലിച്ചെടുക്കുന്നു. ശേഷിക്കുന്ന ഉൾഭാഗം വേണ്ടത്ര ശക്തമായിരിക്കില്ല.

സൂര്യപ്രകാശം സഹായിക്കുന്നു

ശൈത്യകാലത്ത് എളുപ്പം ചെയ്യാവുന്ന മറ്റൊരു പരീക്ഷണമിതാ. ഒരു വലിപ്പത്തിലുള്ള രണ്ടു തുണ്ടു തുണികൾ എടുക്കുക. ഒന്നു കറുത്തും മറ്റൊരു വെളുത്തുമിരിക്കണം. അവയെ വെയിലത്ത് മഞ്ഞിന്റെ പുറത്തു വിരിക്കുക ഒന്നരണ്ടു മണിക്കൂർ കഴിഞ്ഞു നോക്കുമ്പോൾ കറുത്തത് മഞ്ഞിൽ പാതി പൂണ്ടു കാണപ്പെടും. വെളുത്തുണി വെളുത്ത പോലെതന്നെ ഇരിക്കും. കറുപ്പനിറം അതിൽ പതിയുന്ന സൂര്യകിരണങ്ങളെ ഒടുക്കുകയും വലിച്ചെടുക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ് കറുപ്പുതുണിയുടെ കീഴിൽ മഞ്ഞു വേഗം ഉരുകുന്നത്. വെളുത്തുണി സൂര്യരശ്മികളെ ഒടുക്കുകയും പ്രകീർണ്ണനം ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ട് താരതമ്യേന വളരെക്കുറച്ചേ ചൂടാകൂ.

അമേരിക്കൻ സ്വാതന്ത്ര്യസമരത്തിലെ സുപ്രസിദ്ധസേനാനിയും ലൈറ്റ്നിംഗ് കണ്ടക്ടർ കണ്ടപിടിച്ച അനശ്വരഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞനുമായ ബെഞ്ചമിൻ ഫ്രാങ്ക്ലിനാണ് വിജ്ഞാനപ്രദമായ ഈ പരീക്ഷണം ആദ്യമായി നടത്തിയത്.

‘‘ഞാൻ ഒരു തയ്യൽക്കാരന്റെ പാറോൺ കാർഡിൽനിന്ന് പല നിറങ്ങളിലുള്ള കറുത്തുണിക്കുപ്പുകളെടുത്തു. കറുപ്പ്, കടുംനീല, ഇളംനീല, പച്ച, വയലറ്റ്, ചുവപ്പ്, മഞ്ഞ, വെള്ള, തുടങ്ങിയ പല നിറങ്ങളും നിറങ്ങളും അക്കൂട്ടത്തിലുണ്ടായിരുന്നു. ഞാൻ അവയെല്ലാം നല്ല സൂര്യപ്രകാശമുള്ള ഒരു പ്രഭാതത്തിൽ മഞ്ഞിന്റെ മീതെ വിരിച്ചു. കറുപ്പു മണിക്കൂറുകൾ കഴിഞ്ഞപ്പോൾ (എത്രയെന്നു കൃത്യമായി പറയാൻ വയ്യ) സൂര്യന്റെ ചൂട് ഏറ്റവുമധികം ഏറ്റവും കറുപ്പുതുണി സൂര്യരശ്മികൾ ഏൽക്കാൻ കഴിയാത്തത്ര അടിയിലേക്കു താണിരുന്നു. കടുംനീലയും ഏതാണ്ടത്രതന്നെ താണിട്ടുണ്ടായിരുന്നു. ഇളംനീല അത്രയ്ക്കില്ല. നിറത്തിന്റെ കടുംനിറം കറുത്തുപോയി. താഴെയും കറുത്തു. തനി വെള്ള മഞ്ഞിന്റെ മീതേതന്നെയായിരുന്നു. അതിലേക്കു കടന്നതേയില്ല.

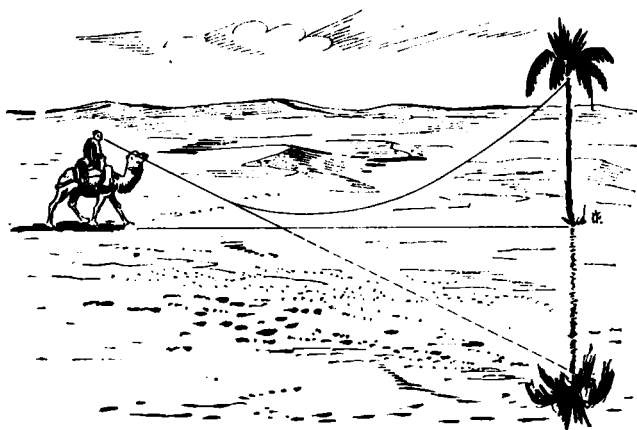
“എന്തെങ്കിലുമൊരു പ്രയോജനമില്ലാത്ത സിദ്ധാന്തത്തിന് എന്തർത്ഥമാണുള്ളത്? ഇതിൽനിന്നും നമുക്കു ചിലതൊക്കെ പഠിക്കാൻ കഴിയുകയില്ലേ? ഉദാഹരണത്തിന്, ചൂടും വെയിലുമുള്ള കാലാവസ്ഥയിൽ കറുപ്പുവസ്ത്രങ്ങൾ വെള്ളവസ്ത്രങ്ങളോളം യോജിക്കുകയില്ലെന്ന്? ആ വേഷത്തിൽ വെളിയിൽ നടക്കുമ്പോൾ നമ്മുടെ ശരീരം വെയിലേറു കൂടുതൽ ചൂടാവുന്നു. പുറമെ വ്യായാമംകൊണ്ടുള്ള ചൂടും. ഈ രണ്ടു ചൂടും കൂടിയായുമ്പോൾ അപകടകരമായ പനി പിടിക്കില്ലേ? വളരെപ്പേർക്കു തലവേദനയും ചിലർക്കു ഫ്രഞ്ചുകാർ Coup de soleil എന്നു വിളിക്കുന്ന മാരകമായ സൂര്യപാതവും വരുത്തിവയ്ക്കുന്ന ചൂടിനെ ആട്ടി യോടിക്കാൻ സൂരിപുരുഷന്മാരുടെ വേനൽത്തൊപ്പികൾ വെളുത്തായിരിക്കണമെന്നു നമുക്കുനോക്കിയിട്ടുണ്ടോ? പഴക്കുകളുടെ ഭിത്തികളിൽ കറുപ്പുചായമടിച്ചാൽ പകൽസമയത്തു സൂര്യനിൽനിന്നു ധാരാളമായി കിട്ടുന്ന ചൂടു കറച്ചൊക്കെ രാത്രിയും അവശേഷിക്കുമെന്നും അങ്ങിനെ കൊടു തണുപ്പിൽനിന്നു പഴങ്ങളെ രക്ഷിക്കാൻ കഴിയുമെന്നും നമുക്കു അനുമതിച്ചിട്ടുണ്ടോ? ഇതുപോലെ പ്രാധാന്യം കുറഞ്ഞതോ കൂടിയതോ ആയ മറ്റു കാര്യങ്ങളും ശ്രദ്ധാർഹിയുള്ള മനസ്സുകളിൽ ഇടയ്ക്കിടെ തോന്നിക്കൂടെ?”

ഈ അറിവ് എത്രമാത്രം പ്രയോജനപ്രദമാണെന്നതിന്റെ നല്ലൊരു ഉദാഹരണമാണ് 1903-ൽ ‘ഹൗസ്സ്’ എന്ന കപ്പലിൽ ജർമ്മൻ കാർ ഭക്ഷിണസുരവത്തിലേക്കു നടത്തിയ പര്യടനം. കപ്പൽ ഐസുകട്ടകളുടെ നടുവിൽ കടുങ്ങി. ഇത്തരം സന്ദർഭങ്ങളിൽ സാധാരണ ഉപയോഗിക്കാറുള്ള സ്റ്റോടകങ്ങളും ഐസുവാളുകളുമൊന്നും പ്രയോജനപ്പെട്ടില്ല. അപ്പോഴാണ് സൂര്യരശ്മികളുടെ സഹായം തേടിയത്. കപ്പലിന്റെ അണിയംതൊട്ട് ഏറ്റവും അടുത്ത വിടവുവരെ രണ്ടു കിലോമീറ്റർ നീളത്തിലും ഒരു ഡസൻ മീറ്റർ വീതിയിലും ചാരത്തിന്റേയും കൽക്കരിയുടേയും ഒരു കറുത്ത മിശ്രണം വിതറി. തെളിഞ്ഞു നീണ്ട പകലുകളോടു കൂടിയ അൻറാർട്ടിക് വേനലായിരുന്നതുകൊണ്ടു ഡൈനാമിറ്റിനും ഐസുവാളിനുമൊന്നും കഴിയാഞ്ഞതു സൂര്യനു കഴിഞ്ഞു. മിശ്രണം പാകിയ ഇടത്തു ഐസ് ഉരുകി പൊട്ടി. കപ്പലിനു വിടുതി കിട്ടി.

മരീചികകൾ

മരീചിക എങ്ങിനെയുണ്ടാവുന്നുവെന്നു നിങ്ങൾക്കെല്ലാവർക്കും അറിയാമല്ലോ. ജ്വലിക്കുന്ന സൂര്യന്റെ ചൂടേറു മരുഭൂമിയിലെ മണൽ പൂർപ്പ് കണ്ണാടിപോലാവുന്നു. കാരണം, തറയോടടുത്ത ചൂടുവായുസ്സുരത്തി

ന്മുഖമുള്ള വായുവിനോളം ഘനതമില്ല. ഒരു വിദൂരവസ്തുവിൽ നിന്നു ചെരിഞ്ഞുവരുന്ന പ്രകാശകിരണങ്ങൾ ഈ വായുസ്തരത്തിൽ വളരെ വലിയ ഒരു കോണത്തിലായി വന്നുചേരുകയും ഒരു കണ്ണാടിയിൽ പ്രതിഫലിക്കുന്നവണ്ണം മേലോട്ടു വളഞ്ഞുപോവുകയും ചെയ്യുന്നു. കരയിലെ വസ്തുക്കളെ പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്ന ഒരു ജലപ്പരപ്പാണു താൻ കാണുന്നതെന്ന് മരുഭൂമിയിലെ സഞ്ചാരി വിചാരിക്കുന്നു (ചിത്രം 115). കണ്ണാടിയെപ്പോലെയല്ല, അന്തർവാഹിനിക്കപ്പലിൽനിന്നു നോക്കുമ്പോ

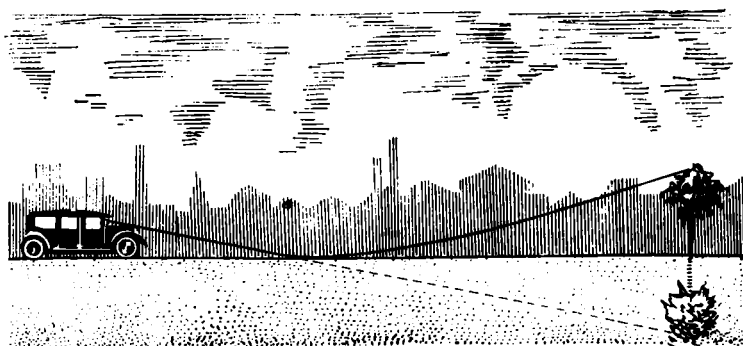


ചിത്രം 115. മരുഭൂമിയിൽ മറിച്ചിക എങ്ങിനെയുണ്ടാവുന്നു? പാറപുസ്തകങ്ങളിൽ സാധാരണ നൽകാറുള്ള ഈ ചിത്രത്തിൽ തറയുടെനേർക്കുള്ള പ്രകാശകിരണഗതി ഉള്ളതിലേറെ കത്തനയായിട്ടാണു കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്

ഴഞ്ഞ ജലപ്പരപ്പിനെപ്പോലെയൊണ് ചുട്ടവായുസ്തരം പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്നത് എന്നു പറയുകയാവും കൂടുതൽ ശരി. ഇതു സാധാരണമതിലുള്ള പ്രതിഫലനമല്ല, ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ ഭാഷയിൽ പറഞ്ഞാൽ പൂർണ്ണ പ്രതിഫലനമാണ്. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതിനേക്കാളൊക്കെ വളരെ വലിയ കോണത്തിൽ പ്രകാശം വായുസ്തരത്തിൽ പ്രവേശിക്കുമ്പോഴാണ് അതു സംഭവിക്കുന്നത്. അല്ലെങ്കിൽ 'ക്രാന്തിക'പതന കോണത്തിനപ്പുറം കടക്കുകയില്ല.

തെറിമാരണ ഒഴിവാക്കാൻ ഒരു കാര്യം ശ്രദ്ധിക്കുക. ഘനതാ കൂടിയ സ്തരങ്ങൾ കറഞ്ഞ സ്തരങ്ങളുടെ മീതെയായിരിക്കണം. എന്നാൽ ഘനതാ കൂടുന്തോറും വായുവിനു ഭാരവും കൂടുമെന്നും അതു് താഴോട്ടിറ

ങ്ങി താഴെയുള്ള ഘനത്വംകുറഞ്ഞ സ്തരങ്ങളെ വിസ്ഥാപിച്ചു മേലോട്ടു തള്ളാൻ ശ്രമിക്കുമെന്നും നമുക്കറിയാം. മരീചികയുടെ കാര്യത്തിൽ ഘനത്വം കൂടിയ വായു ഘനത്വം കുറഞ്ഞ വായുവിന്റെ മീതെയുവാനുള്ള കാരണമെന്താണ്? വായു സഭാ ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നുവെന്നുതന്നെ. തന്നിരപ്പിലുള്ള ചൂടപിടിച്ച വായുവിനെ പുതുതായി ചൂടപിടിച്ച വായു മേലോട്ടു തള്ളുന്നു. ചൂടാണലിന്റെ മുകളിൽ ഘനത്വം കുറഞ്ഞ വായു എപ്പോഴുമുണ്ടായിരിക്കാനുള്ള കാരണമിതാണ്. എപ്പോഴും ഒരേ വായു ആയിരിക്കണമെന്നില്ല. കിരണങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം അതു പ്രസക്തവുമല്ല.

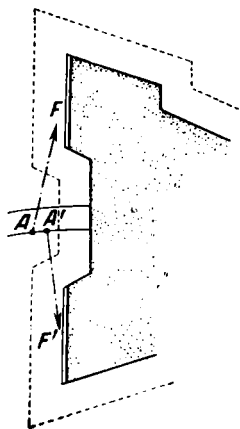


ചിത്രം 116. ടാർറോഡിൽ കാണുന്ന മരീചിക

അനാദികാലം മുതലേ അറിയാവുന്ന ഒരു പ്രതിഭാസമാണിത്. (ഇതിൽനിന്നും ഏറെക്കുറെ വ്യത്യസ്തമായ ഒരു മരീചിക നിരീക്ഷകന്റേതിനേക്കാൾ ഉയർന്ന തലത്തിൽ കാണപ്പെടാറുണ്ട്. മുകളിലുള്ള വിരളിതവായുസ്തരങ്ങളിലെ പ്രതിഫലനമാണ് അതിനു കാരണം.) ചൂടു പഴുത്തു കിടക്കുന്ന തെക്കൻ മണലാരണ്യങ്ങളിലല്ലാതെ വടക്കൻ ഭാഗങ്ങളിൽ ഇത്തരം മരീചികകൾ കാണാൻ സാധ്യമല്ലെന്നാണ് പലരുടേയും വിശ്വാസം. അതു ശരിയല്ല. വേനൽക്കാലത്തു് ടാർറോഡുകളിൽ പലപ്പോഴും ഇതു കാണാൻ കഴിയും. കറുത്തിരിക്കുന്നതുകൊണ്ട് അവ വെയിലടിച്ച് വളരെയേറെ ചൂടാകുന്നു. മിനുസമല്ലാത്ത റോഡുനിരപ്പു് വിദൂരവസ്തുക്കളെ പ്രതിഫലിപ്പിക്കാൻ കഴിവുള്ള ജലാശയംപോലെ കാ

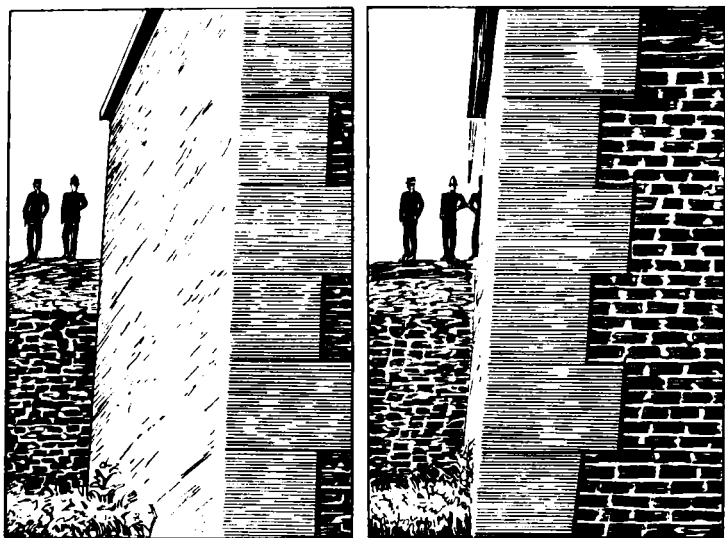
ണപ്പെടുന്നു. പ്രകാശം എങ്ങിനെ സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്നു ചിത്രം 116-ൽ കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്. നല്ല നിരീക്ഷണശക്തിയുള്ള ഒരാൾക്ക് ഈ മരീചികകളെ നമ്മൾ വിചാരിക്കുന്നതിലും കൂടുതൽ തവണ കാണാൻ കഴിയും.

മരീചികതന്നെ മറ്റൊരു വിധത്തിൽക്കൂടിയുണ്ട്—വശത്തുനിന്നുള്ളത്. അങ്ങിനെയൊന്നുള്ള കാര്യം നമ്മൾ സംശയിക്കുകപോലുമില്ല. ഒരു ഹ്രസ്വകാരനാണ് അതെപ്പറ്റി എഴുതിയത്. ഒരു കോട്ടമതിലിന്റെ അടുത്തു വന്നപ്പോൾ അതു പെട്ടെന്ന് ഒരു കണ്ണാടിപോലെ തിളങ്ങുന്നതും ചുറ്റുമുള്ള പ്രകൃതിദൃശ്യത്തെ പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്നതും അയാൾ കണ്ടു. കുറച്ചുകൂടി നടന്നപ്പോൾ മറ്റൊരു മതിലിലും ഇതേപോലൊരു മാറ്റം കണ്ടു. വെയിലിന്റെ കാഠിന്യംകൊണ്ട് മതിലുകൾ ചൂടപിടിച്ചതാണ് ഇതിനു കാരണമെന്ന് അയാൾ അനുമാനിച്ചു. ചിത്രം 117-ൽ F, F' എന്നിവ മതിലുകളുടെ സ്ഥാനവും A, A' എന്നിവ നിരീക്ഷകന്റെ സ്ഥാനവും കുറിക്കുന്നു. മതിൽ വേണ്ടത്ര ചൂടാകുമ്പോഴെല്ലാം മരീചിക സംഭവിക്കുന്നതായി ആ ഹ്രസ്വകാരൻ കണ്ടുപിടിച്ചു. അയാളുതിന്റെ ഫോട്ടോ എടുക്കുകപോലും ചെയ്തു.



ചിത്രം 117. മരീചികയുളവാക്കിയ കോട്ടമതിലിന്റെ ഫ്ലാൻ. F എന്ന മതിൽ A എന്ന ബിന്ദുവിൽനിന്നും F' എന്ന മതിൽ A' എന്ന ബിന്ദുവിൽനിന്നും മിനുത്തുതിളങ്ങുന്നതുപോലെ കാണപ്പെട്ടു

ചിത്രം 118-ൽ ഇടതുവശത്തു കാണുന്നത് കോട്ടമതിലാണ്. അതു പെട്ടെന്ന് കണ്ണാടിയായി മാറിയതിനെ A'-ൽ നിന്നു ഫോട്ടോ എടുത്തപ്പോൾ കിട്ടിയതാണ് വലതുവശത്തെ ചിത്രം. ഇടതുവശത്തെ പരുപരുത്ത കോൺക്രീറ്റു ഭിത്തിക്ക് സ്വാഭാവികമായും രണ്ടു പട്ടാളക്കാരെ പ്രതിഫലിപ്പിക്കാൻ സാധ്യമല്ല. എന്നാൽ അതേ മതിൽതന്നെ വലതുവശത്തെ ചിത്രത്തിൽ ഒരു കണ്ണാടിയാകുമായി അതുതകരമായി മാറുകയും രണ്ടു പട്ടാളക്കാരിൽ അടുത്തു നിൽക്കുന്നയാളെ സമമിതമായി പ്രതിഫലിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ശരിക്കു പറഞ്ഞാൽ മതിലല്ല, മതിലിന്റെ മുകൾപ്പരപ്പിലെ ചൂടുള്ള വായുസ്തരമാണ് പ്രതിഫലനം ചെയ്യുന്നത്. വേനൽക്കാലത്തു നല്ല ചൂടുള്ള ദിവസങ്ങളിൽ വലിയ കെട്ടിടങ്ങളുടെ ചുമരുകൾ ശ്രദ്ധിച്ചാൽ ഇത്തരം മരീചിക കണ്ടെന്നുവരും.



ചിത്രം 118. ചാരനിറമാർന്ന പരുപരുത്ത മതിൽ (ഇടത്തു്) പെട്ടെന്ന് മിനുമിനുത്ത കണ്ണാടിപോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു (വലത്തു്)

“പച്ച രശ്മി”

“കടലിൽ സൂര്യൻ ചക്രവാളത്തിനടിയിലേക്കു താഴുന്നതു നിങ്ങൾ എപ്പോഴെങ്കിലും കണ്ടിട്ടുണ്ടോ? തീർച്ചയായും കണ്ടിരിക്കും. അതിന്റെ മുകൾവക്കു് ചക്രവാളത്തിൽ തൊട്ടുകഴിഞ്ഞു് മറയുന്നതുവരെ നിങ്ങൾ നോക്കിനിന്നിട്ടുണ്ടോ? ഒരുപക്ഷെ നിന്നുകാണം. എന്നാൽ ആ ജ്യോതിർഗോളം അതിന്റെ അവസാനത്തെ കിരണം അയയ്ക്കുന്ന നിമിഷത്തിൽ സംഭവിക്കുന്നതെന്താണെന്നു ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടോ? ശ്രദ്ധിച്ചാണാൻ വഴിയില്ല. നിങ്ങൾ ആ മുഹൂർത്തം വിട്ടുകളയരുതു്. ചുവപ്പു രശ്മികുപകരം നിങ്ങൾ കാണുന്നത് ഒരൊറ്റ ചിത്രകാരനും ഇതേവരെ പകർത്താൻ കഴിയാത്തതും പ്രകൃതിതന്നെ നാനാവർണ്ണത്തിലുള്ള സസ്യ ജാലങ്ങളിലോ ഏറ്റവും സുതാര്യമായ അലയാഴികളിലോ ഒരിക്കലും പ്രദർശിപ്പിക്കാത്തതുമായ അതിമനോഹരമായ ഒരു പച്ച രശ്മിയായിരിക്കും.”

ഒരു ഇംഗ്ലീഷ് പത്രത്തിൽ വന്ന ഈ വാർത്ത കണ്ടിട്ടാണു് ജൂൽ വേർണിന്റെ “പച്ച രശ്മി”യിലെ ചെറുപ്പക്കാരിയായ കഥാനാ

യിക ആറ്റാത്തൊൽ മതിമറന്ന് ആ പ്രതിഭാസം നേരിട്ടു കാണണമെന്ന വ്യഗ്രതയോടെ ലോകം മുഴുവൻ ചുറ്റുന്നത്. സ്റ്റോട്ട് ലണ്ടുകാരിയായ ആ യുവതിക്ക് ആ സുന്ദരമായ പ്രകൃതിദൃശ്യം കാണാൻ കഴിഞ്ഞില്ലെന്നാണ് കഥാകൃത്തു പറയുന്നതെങ്കിലും അതു യഥാർത്ഥത്തിൽ ഉള്ളതാണ്. അതെപ്പറ്റി ഐതിഹ്യങ്ങൾ പലതുണ്ടെങ്കിലും അതൊരു മിഥ്യയല്ല. വേണ്ടത്ര കിണഞ്ഞു ശ്രമിച്ചാൽ ഏതൊരു പ്രകൃതിസ്നേഹിക്കും അതു കാണാനും ആസ്വദിക്കാനും കഴിയും.

ഈ പച്ചരശ്മി അഥവാ മിന്നൽ ഏവിടന്നു വരുന്നു? പ്രിസത്തിലൂടെ നോക്കിയപ്പോൾ കണ്ടതോർക്കുന്നുണ്ടോ? ഈയൊരു പരീക്ഷണം നടത്തുക. പ്രിസത്തെ കണ്ണിനൊപ്പം പിടിക്കുക. അതിന്റെ വീതിയുള്ള രശ്മിതീജ്വലം താഴോട്ടു ചെരിച്ചുപിടിച്ചിട്ട് ഭിത്തിയിൽ തറച്ച ഒരു കടലാസിൽ അതിലൂടെ നോക്കുക. ഒന്നാമത് കടലാസ് കൂടുതൽ പൊങ്ങിനിൽക്കുന്നതു കാണാം. രണ്ടാമത് അതിന്റെ മുകളിലത്തെ വക്കിന് വയലറം—നീലനിറവും താഴത്തെ വക്കിന് മഞ്ഞ—ചുവപ്പു നിറവുമായിരിക്കും. പൊങ്ങിനിൽക്കുന്നത് അപവർത്തനംകൊണ്ടാണ്. സ്റ്റാക്കം ഓരോ വർണ്ണത്തിലുള്ള പ്രകാശത്തെ ഓരോ വിധത്തിൽ അപവർത്തനം ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടാണ് വക്കുകൾക്കു നിറംവന്നത്. സ്റ്റാക്കം വയലറം—നീലനിറങ്ങളെ ഏറ്റവും കൂടുതൽ വക്രിക്കുന്നതുകൊണ്ട് മുകളിലത്തെ വക്ക് വയലറം—നീലനിറമായിരിക്കുന്നു. അത് ചുവപ്പു വർണ്ണങ്ങളെ ഏറ്റവും കുറച്ചു വക്രിക്കുന്നതുകൊണ്ട് താഴത്തെ വക്ക് ആ നിറത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു.

ഇനിയങ്ങോട്ടു പറയുന്നത് കൂടുതലെളുപ്പം മനസ്സിലാക്കാൻവേണ്ടി ഞാൻ ഈ നിറമുള്ള വക്കുകളുടെ ഉത്ഭവത്തെപ്പറ്റി ഒന്നരണ്ടു കാര്യങ്ങൾ പറയാം. കടലാസിൽനിന്നുള്ള വെളുത്ത വെളിച്ചത്തെ പ്രിസം സ്പെക്ടത്തിലുള്ള എല്ലാ വർണ്ണങ്ങളുമായി തിരിക്കുന്നു. അപവർത്തനത്തിന്റെ ക്രമമനുസരിച്ചുള്ള കടലാസിന്റെ വർണ്ണപ്രതിബിംബങ്ങൾ നമുക്കു ലഭിക്കുന്നു. പലപ്പോഴും ഒന്നു മറേതിൽ കൂടിക്കലർന്നിരിക്കും. ഈ വർണ്ണപ്രതിബിംബങ്ങളുടെ സംയുക്തഫലമായി നമുക്കു കിട്ടുന്നതാണ് വെളുത്ത വെളിച്ചം (സ്ക്വെക്ക് വർണ്ണങ്ങളുടെ സംയോജനം). എന്നാൽ അതിന്റെ മുകളിലും താഴെയും നിറമുള്ള വക്കുകൾ ഉണ്ടായിരിക്കും. പ്രശസ്തകവിയായ ഗോയ്ംമെ ഈ പരീക്ഷണം നടത്തിയെങ്കിലും അതിന്റെ യഥാർത്ഥസാരം മനസ്സിലാക്കിയില്ല. താൻ നൂട്ടന്റെ വർണ്ണസിദ്ധാന്തത്തെ പൊളിച്ചെന്ന് അദ്ദേഹം ധരിച്ചു. പിന്നീടദ്ദേഹം “വർണ്ണസിദ്ധാന്തം” എന്ന പേരിൽ സ്വന്തമായിട്ടൊരു പുസ്തകമെഴുതുകയും ചെയ്തു. ഏതാണ്ടു മുഴുവനുംതന്നെ തെറ്റിദ്ധാരണകളെ ആധാരമാക്കിയുള്ളതാണ് അത്. വായനക്കാരായ നിങ്ങൾ അദ്ദേഹത്തിനു പററിയ അമളി ആ

വർത്തിക്കുകയില്ലെന്നും പ്രിസം സർവ്വതീനും പുതുവർണ്ണം പകരുമെന്ന പ്രതീക്ഷിക്കുകയില്ലെന്നും ആശിക്കട്ടെ.

നമ്മുടെ കണ്ണുകളെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ഭൂമിയുടെ വായുമണ്ഡലം വായുവിന്റെ ഒരു ബൃഹത്തായ പ്രിസമാണ്. അതിന്റെ അടിവശം നമുക്ക് അഭിമുഖമാണ്. ചക്രവാളത്തിലെ സൂര്യനെ നാം കാണുന്നത് ഒരു വാതകപ്രിസത്തിലൂടെയാണ്. സൂര്യബിംബത്തിന് മുകളിൽ ഒരുനീല-പച്ച വർണ്ണം താഴെ മഞ്ഞ-ചുവപ്പുവർണ്ണമാണുള്ളത്. സൂര്യൻ ചക്രവാളത്തിന് മുകളിലായിരിക്കുമ്പോൾ ബിംബത്തിന്റെ ഉജ്ജ്വലവർണ്ണം മറ്റൊറ്റ വർണ്ണങ്ങളേയും അതിശയിക്കുന്നു. നാം അവ കാണുന്നേയില്ല. എന്നാൽ ഉദയാസ്തമനവേളകളിൽ സൂര്യബിംബം ഏതാണ്ടു മുഴുവനുംതന്നെ ചക്രവാളത്തിന് കീഴെയായിരിക്കുമ്പോൾ രണ്ടു നിറഭേദങ്ങളോടുകൂടിയ ഒരു നീലിമ മുകളിലത്തെ വക്കിൽ കാണാൻ കഴിഞ്ഞെന്നു വരും. മീതെ നഭോനീലവും അതിന് താഴെയായി നീലയും പച്ചയും ചേർന്നുണ്ടായ ഇളംനീലനിറവും. ചക്രവാളത്തിനടുത്തുള്ള വായു നിർമ്മലവും സുതാര്യവുമാണെങ്കിൽ നമ്മൾ ഒരു നീലവർണ്ണം അഥവാ 'നീലരശ്മി' കാണുന്നു. എന്നാൽ പലപ്പോഴും വായുമണ്ഡലം നീലവർണ്ണത്തെ പ്രകീർണ്ണനം ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ട് ശേഷിക്കുന്ന പച്ചവർണ്ണം, അഥവാ 'പച്ച രശ്മി,' മാത്രമേ നാം കാണുന്നുള്ളൂ. മിക്കപ്പോഴും കലങ്ങിയിരിക്കുന്ന വായുമണ്ഡലം രണ്ടിനേയും—നീലയേയും പച്ചയേയും—പ്രകീർണ്ണനം ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ട് നാം യാതൊരു നിറത്തിലുള്ള വർണ്ണം കാണുന്നില്ല. അസ്തമനസൂര്യന്റെ ചുവപ്പുതളികമാത്രമേ കാണുന്നുള്ളൂ.

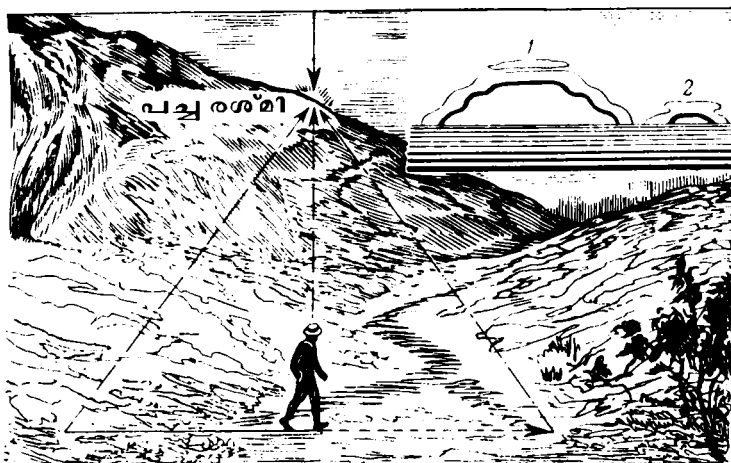
'പച്ചരശ്മി'യെക്കുറിച്ച് ഒരു പ്രത്യേക പ്രബന്ധം എഴുതിയിട്ടുള്ള ജി. എ. തീഫോഡ് എന്ന സോവിയറ്റ് ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ആ രശ്മിയുടെ ചില ലക്ഷണങ്ങൾ വിവരിക്കുന്നുണ്ട്. 'അസ്തമനസൂര്യൻ രക്തവർണ്ണമായിരിക്കുകയും അതിനെ വെറുംകണ്ണുകൊണ്ട് വിഷമമില്ലാതെ നോക്കാൻ കഴിയുകയും ചെയ്താൽ പച്ച രശ്മി ഉണ്ടാവുകയില്ലെന്നു തീർച്ചപ്പെടുത്താം.' ഇതു മനസ്സിലാക്കാവുന്നതേയുള്ളൂ. സൂര്യൻ ചുവപ്പാണെന്നു വെച്ചാൽ അതിനിർമ്മലം വായുമണ്ഡലം നീലകളേയും പച്ചകളേയും—അതായത്, സൂര്യബിംബത്തിന്റെ മുകൾവക്കിനെയാകെ—ശക്തിയായി പ്രകീർണ്ണനം ചെയ്യുന്നുവെന്നാണ്. അദ്ദേഹം തുടരുന്നു: 'നേരേ മറിച്ച് സൂര്യൻ സാധാരണഗതിയിലുള്ള വെണ്മ കലർന്നു മഞ്ഞനിറം കാര്യമായി മാറാതെ ദീപ്തമായിരിക്കുമ്പോൾ (എന്നുവെച്ചാൽ, വായുമണ്ഡലം പ്രകാശത്തെ നിസ്സാരമായി മാത്രം വലിച്ചെടുക്കുമ്പോൾ—വൈ. പി.) പച്ചരശ്മി കാണാൻ കൂടുതൽ സാധ്യതയുണ്ട്. എന്നാൽ കാടുകളോ കെട്ടിടങ്ങളോ പോലുള്ള നിമ്നോന്നതഭൂമി

ഓന്നുമില്ലാതെ ചക്രവാളം വ്യക്തമായൊരു ഋജുരേഖയായിരിക്കണമെന്നത് പ്രധാനമാണ്. കടലിൽ ഈ സാഹചര്യങ്ങളെല്ലാമുണ്ട്. നാവികർക്ക് പച്ചരശ്മിയെക്കുറിച്ച് നന്നായിട്ടറിയാവുന്നത് അതുകൊണ്ടാണ്."

പുരക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ, "പച്ചരശ്മി" കാണണമെങ്കിൽ ആകാശം അങ്ങേയറ്റം നിർമ്മലമായിരിക്കുമ്പോൾ ഉദയസൂര്യനേയോ അസ്തമനസൂര്യനേയോ നിരീക്ഷിക്കണം. ചക്രവാളത്തിനടുത്തുള്ള ആകാശം വടക്കൻ ഭാഗങ്ങളിലേക്കോ തെക്കൻ ഭാഗങ്ങളിൽ കൂടുതൽ തെളിഞ്ഞിരിക്കുന്നതുകൊണ്ട് "പച്ചരശ്മി" അവിടെയാണ് കൂടുതലുള്ളത്. കാണാൻ കഴിയുക. എന്നാൽ പലതും ധരിച്ചുവെച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ വടക്കൻ ഭാഗങ്ങളിൽ അത് അത്ര വിരളമാണല്ല. അവരുടെ ഈ വിശ്വാസത്തിന് ജൽ വേർണാണ് ഉത്തരവാദിയെന്നു തോന്നുന്നു. മിനക്കെട്ടുനോക്കിയാൽ "പച്ചരശ്മി" എപ്പോഴെങ്കിലും കാണാതിരിക്കില്ല. ദൂരദർശിനിയിലൂടെപ്പോലും ആ പ്രതിഭാസം കണ്ടിട്ടുണ്ട്. രണ്ട് അൽസേഷ്യൻ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞർ അത് ഇപ്രകാരം വിവരിക്കുന്നു:

"സൂര്യൻ അസ്തമിക്കുന്നതിനു മുമ്പുള്ള അവസാനമിനിറ്റിൽ, അതായത് ബിംബത്തിന്റെ നല്ലൊരംശം കാണാമായിരിക്കെ, തരംഗിതമെങ്കിലും സുസ്തംഭമായ സൂര്യഗോളസീമയ്ക്ക് ഒരു പച്ചവട് ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ സൂര്യൻ പൂർണ്ണമായി അസ്തമിക്കുന്നതുവരെ അത് വെറുംകണ്ണുകൊണ്ടു കാണാൻ സാധ്യമല്ല. സൂര്യൻ ചക്രവാളത്തിനു താഴെ നിശ്ശേഷം മറയുമ്പോൾ മാത്രമേ അതു കാണാൻ കഴിയൂ. എന്നാൽ വേണ്ടത്ര ആവർദ്ധനശക്തിയുള്ള (ഉദാഹരണത്തിന് 100 മടങ്ങ്) ഒരു ദൂരദർശിനി ഉപയോഗിച്ചാൽ ആ പ്രതിഭാസമൊട്ടാകെ ഭംഗിയായി കാണാൻ കഴിയും. സൂര്യാസ്തമനത്തിന് ചുരുങ്ങിയത് പത്തു മിനിട്ടു മുമ്പ് പച്ചവട് കാണാം. അത് ബിംബത്തിന്റെ മുകളിലത്തെ പകുതിയെ വലയംചെയ്യുന്നു. ചുവന്ന വട് താഴത്തെ പകുതിയേയും. തുടക്കത്തിൽ വടക്കിന്റെ വീതി വളരെ കുറവായിരിക്കും. ഒരു ആർക്കിലെ ഏതാനും സെക്കൻഡുകളേ വരൂ. സൂര്യൻ അസ്തമിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ വീതി കൂടിവരുന്നു. ചിലപ്പോൾ ഒരു ആർക്കിലെ അര മിനിട്ടുവരെ എത്തിയെന്നുവരും. പച്ചവട്കിനു മുകളിലായി പലപ്പോഴും ചില പച്ചമുഴകൾ കാണാം. സൂര്യൻ ക്രമേണ താണുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ അവ അതിന്റെ വടക്കിലൂടെ തെന്നിനീങ്ങി ഉച്ചിയിലെത്തുകയാണെന്നു തോന്നും. ചിലപ്പോൾ അവ നിശ്ശേഷം അടർന്നുമാറി ഏതാനും നിമിഷത്തേക്ക് സ്വതന്ത്രമായി ശോഭിച്ചശേഷം അണയും" (ചിത്രം 119).

സാധാരണഗതിയിൽ ഈ പ്രതിഭാസം രണ്ടു സെക്കന്റ് നീണ്ടനിൽക്കും. അങ്ങേയറ്റം അനുകൂലമായ സാഹചര്യങ്ങളിൽ ഇതിലും വളരെ



ചിത്രം 119. “പച്ചരശ്മി”യുടെ ദീർഘനിരീക്ഷണം. അതു കുന്നിനപ്പുറമായി അഞ്ചു മിനിറ്റുനേരത്തേക്കു കാണപ്പെട്ടു. മുകളിൽ വലഞ്ഞ കോണം: ദൂരദർശിനിയിലൂടെ കാണുന്ന “പച്ചരശ്മി”. സൂര്യബിംബം സമനിരപ്പല്ലാതെ കാണപ്പെടുന്നു. 1. കണ്ണഞ്ചിക്കുന്ന സൂര്യപ്രകാശം കാരണമാണ് നമുക്ക് പച്ചവട് വെറുംകണ്ണുകൊണ്ടു കാണാൻ കഴിയാത്തതു്. 2. സൂര്യൻ ഏതാണ്ടു മുഴുവനുംതന്നെ അസ്സലിച്ചുകഴിയുമ്പോൾ “പച്ചരശ്മി” വെറുംകണ്ണുകൊണ്ടു കാണാൻ കഴിയും.

ശുദ്ധതൽ സമയം നീണ്ടുനിന്നെന്നു വരും. അഞ്ചു മിനിറ്റിലധികം സമയം അതു കാണപ്പെട്ട സംഭവമുണ്ടായിട്ടുണ്ടു്. സൂര്യൻ അകലെയുള്ള ഒരു കുന്നിന്റെ പിന്നിൽ അസ്തമിക്കുകയായിരുന്നു. അതിവേഗം നടന്നുപോകുന്ന നിരീക്ഷകൻ സൂര്യബിംബത്തിന്റെ പച്ചവട കണ്ടതു് കുന്നിലൂടെ ഊർന്നിറങ്ങുന്നതുപോലെയാണു് (ചിത്രം 119).

സൂര്യോദയസമയത്തു്, അതായതു് ആ ജ്യോതിർഗ്ഗോളത്തിന്റെ മുകൾവട് ചക്രവാളത്തിനു മീതെ എത്തിനോക്കുമ്പോൾ, “പച്ചരശ്മി” നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള ദൃഷ്ടാന്തങ്ങൾ അങ്ങേയറ്റം വിചിത്രപ്രഭമാണു്. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ ഉജ്ജ്വലമായ അസ്തമനസൂര്യനെ നോക്കി നോക്കി കണ്ണു കഴുക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന വെറുമൊരു ദൃഷ്ടിഭ്രമം മാത്രമാണു് “പച്ചരശ്മി” എന്ന അഭിപ്രായത്തെ അവ പൊളിച്ചുകാട്ടുന്നു. “പച്ചരശ്മി” അയയ്ക്കുന്നതു് സൂര്യൻ മാത്രമല്ലെന്നു കൂടി കൂട്ടത്തിൽ പറഞ്ഞുകൊള്ളട്ടെ. ശുക്രന്റെ അസ്തമനസമയത്തും അതു കാണാവുന്നതാണു്.

ഫോട്ടോഗ്രാഫി വരുന്നതിനു മുമ്പു്

ഫോട്ടോഗ്രാഫി ഇന്നു സർവ്വസാധാരണമായി തീർന്നിട്ടുണ്ടല്ലോ. കഴിഞ്ഞ നൂറ്റാണ്ടിൽപോലും ജീവിച്ചിരുന്നവർ അതുകൂടാതെ എങ്ങിനെ കഴിഞ്ഞുവെന്നു് നാം അതുകൂടെപ്പറയുന്ന. ഒരു നൂറു വർഷം മുമ്പു് ബ്രിട്ടീഷ് ജയിലുദ്യോഗസ്ഥന്മാർ ആളുകളുടെ രൂപം എങ്ങിനെ പകർത്തിയെന്നു് “പിക്വിക് പേപ്പേഴ്സി”ൽ ചാറൽസ് ഡിക്കൻസ് സരസമായി വിവരിക്കുന്നുണ്ടു്. പിക്വിക്കിനെ കടക്കാർക്കുള്ള ജയിലിൽ കൊണ്ടുവന്നിരിക്കുന്നു. അവിടെയാണു് സംഭവം നടക്കുന്നതു്. പടമെടക്കാൻ ഇരുന്നുകൊടുക്കണമെന്നു് പിക്വിക്കിനോടു പറയുന്നു.

“ ‘പടമെടക്കാനോ!’ മി.പിക്വിക് പറഞ്ഞു.

“ ‘നിങ്ങളുടെ രൂപം പകർത്താനാണു്, സർ,’ തടിച്ച ജയിലർ പറഞ്ഞു. ‘രൂപം പകർത്തുന്ന കാര്യത്തിൽ ഞങ്ങൾ വിദഗ്ദ്ധന്മാരാണ്. ഞൊടിയിടകൊണ്ടു് കാര്യം കഴിയും. കൃത്യമായിരിക്കുകയും ചെയ്യും. ഇങ്ങോട്ടു വന്നു് സൗകര്യമായി ഇരിക്കൂ, സർ.’

“‘മി. പിക്വിക്ക് ക്ഷണം സ്വീകരിച്ചു് ഇരിപ്പുറപ്പിച്ചു. അപ്പോൾ മി.വെല്ലെർ കസേരയുടെ പിന്നിൽ വന്നുനിന്നു് അദ്ദേഹത്തിന്റെ ചെവിയിൽ പറഞ്ഞു, തടവുകാരെ സന്ദർശകരിൽനിന്നു തിരിച്ചറിയാൻ വേണ്ടി വിവിധ ജയിലർമാർ നടത്തുന്ന പരിശോധനയ്ക്കുള്ള മറ്റൊരു പേരു മാത്രമാണു് പടമെടപ്പു് എന്നു്....

“‘കാര്യം തുടങ്ങി. തടിച്ച ജയിലർ ഇരുന്നു് പിക്വിക്കിനെ ഇടയ്ക്കിടെ അശ്രദ്ധമായി നോക്കി. അടുത്തയാൾ ഒരു നീണ്ടമെലിഞ്ഞ മനുഷ്യനായിരുന്നു. അയാൾ കൈ രണ്ടും കോട്ടിനടിയിലേക്കു തിരുകിയിട്ടു് മുമ്പിൽ വന്നു നിന്നു് ദീർഘനേരം നോക്കിനിന്നു. മൂന്നാമൻ.... മി. പിക്വിക്കിന്റെ തൊട്ടടുത്തു വന്നു് കൈകൾ എളിക്കു കൊടുത്തു് അദ്ദേഹത്തെ സാക്ഷ്യം നോക്കി... അവസാനം പടമെടപ്പു്

പൂർത്തിയായി. ഇനി ജയിലിലേക്കു പോകാമെന്ന് മി. പിക്ക്വി കിനെ അറിയിച്ചു."

ഓർമ്മയിൽ പതിപ്പിച്ചിരുന്നിരുന്ന ഇത്തരം "ചായാപടങ്ങൾ" ക്കും മുമ്പുണ്ടായിരുന്നത് "ശരീരലക്ഷണങ്ങളുടെ" ഒരു പട്ടികയായിരുന്നു. സാറിന്റെ കല്ലമ്പലിൽ ഗ്രിഗോറിയം ഓരോപെരുവിനെ വിവരിച്ചിരുന്നതെങ്ങിനെയാണെന്ന് "ബോറീസ് ഗൊദുനോവ്" എന്ന നാടകത്തിൽ പൂജ്ഞിൻ പറയുന്നുണ്ട്: "പൊക്കം കുറവ്. വിരിഞ്ഞ മാവ്. ഒരു കൈയ്ക്ക് നീളക്കുറവ്. നീലക്കണ്ണുകൾ. ചെമ്പിച്ച മുടി. കവിളത്തും നെറ്റിയിലും ഓരോ മറുക്ക്." ഇന്ന് നമുക്ക് ഇതിന്റെയൊന്നും ആവശ്യമില്ല. ഒരു ഫോട്ടോ എടുത്താൽ മാത്രം മതി.

പലർക്കും അറിഞ്ഞുകൂടാത്തതെന്താണ്?

ഫോട്ടോഗ്രാഫി റഷ്യയിൽ ആദ്യമായി പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടത് 1840 കളിൽ ലോഹത്തകിടുകളിന്മേലുള്ള മുദ്രണങ്ങളുടെ രൂപത്തിലാണ്. അവ കണ്ടുപിടിച്ച ഡാഗെർ എന്നയാളിന്റെ പേരിനെ മുൻനിർത്തി ഡാഗെറോടൈപ്പുകൾ എന്നാണ് അവ അറിയപ്പെട്ടിരുന്നത്. വളരെയേറെ അസൗകര്യപ്രദമായ ഒരേർപ്പാടായിരുന്നു അത്. ദീർഘനേരം ഒരേയിരിപ്പിരിക്കണം. ലെനിൻഗ്രാഡിലെ ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞനായ പ്രൊഫസർ ബി. പി. വെയ്ൻബെർഗ് എന്നോടു പറഞ്ഞിട്ടുണ്ട്: "ഒരൊറ്റ ഡാഗെറോടൈപ്പിനുവേണ്ടി എന്റെ മുത്തച്ഛൻ ക്യാമറയുടെ മുമ്പിൽ 40 മിനിട്ട് ഇരിക്കേണ്ടിവന്നു. മാത്രമല്ല, അതിൽനിന്നു കൂടുതൽ പ്രിൻറുകൾ എടുക്കാനും സാധ്യമല്ലായിരുന്നു."

എങ്കിലും ചിത്രകാരന്റെ സഹായമില്ലാതെ പടമെടുക്കാനുള്ള സൗകര്യം വലിയൊരു പുതുമയായിരുന്നു. പൊതുജനം അത്രയായി പഴകാൻ കരയേറെ സമയമെടുത്തു. 1845-ലെ ഒരു റഷ്യൻ മാസികയിൽ ഇതിനെ പറ്റിയൊരു പരസ്കരണമായി ഒരു സംഭവം വിവരിച്ചിട്ടുണ്ട്:

"ഡാഗെറോടൈപ്പ് തനിയെ പ്രവർത്തിക്കുകയാണെന്ന് പലർക്കും ഇപ്പോഴും വിശ്വാസമായിട്ടില്ല. ഒരു മാനുവൽ അയാളുടെ പടമെടുപ്പിക്കാൻ ചെന്നു. ഉടമസ്ഥൻ (ഫോട്ടോഗ്രാഫർ—വൈ. പി.) അയാളോടു ഇരിക്കാൻ പറഞ്ഞു. ലെൻസുകൾ ശരിപ്പെടുത്തിവെച്ചു. തകിട് ഇറക്കിവെച്ചിട്ട് തന്റെ വാച്ചിൽ നോക്കിയശേഷം അയാൾ പുറത്തിറങ്ങി. ഉടമസ്ഥൻ സന്നിഹിതനായിരുന്നപ്പോൾ നമ്മുടെ മാനുവൽ മരവിച്ചു കണക്ക് ഇരുന്നു. എന്നാൽ അയാൾ പുറത്തിറങ്ങേണ്ട താമസം, നമ്മുടെ മാനുവൽ തോന്നി ഇനി അനങ്ങാതെ ഇരിക്കേണ്ടയാവശ്യമില്ലെന്ന്."

അയാൾ എണ്ണീറു. ഒരു നുള്ളു പൊടി വലിച്ചു. ക്യാമറയെ നാലുഭാഗത്തുനിന്നും പരിശോധിച്ചു. കണ്ണു ചേർത്തു വെച്ച് ലെൻസിലൂടെ നോക്കി. 'നല്ല സൂത്രം തന്നെ!' എന്ന് തല കലുക്കിക്കൊണ്ടു പിറുപിറുത്തിട്ട് മുറിയിൽ ചുറ്റിനടക്കാൻ തുടങ്ങി.

"ഉടമസ്ഥൻ മടങ്ങിവന്നു. അയാൾ അതുതപ്പെട്ട് വാതിൽക്കൽ സ്കുഭിച്ചുനിന്നു. 'നിങ്ങൾ എന്താണിക്കാണിക്കുന്നത്? അനങ്ങാതിരിക്കണമെന്നല്ലെ ഞാൻ പറഞ്ഞത്!'"

" 'ഞാൻ ഇരുന്നല്ലോ. നിങ്ങൾ പൊയ്ക്കുഴിഞ്ഞേ ഞാൻ എണ്ണീറുളളു.'"

" 'അപ്പോഴാണ് അനങ്ങാതിരിക്കേണ്ടിയിരുന്നത്.'"

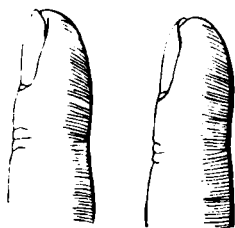
" 'ഞാനെന്തിന് വെറുതെ ഇരിക്കണം?' "

നമ്മൾ ഇന്ന് അത്രയ്ക്കു ശുദ്ധാത്മാക്കളല്ല, തീർച്ച. എങ്കിലും ഫോട്ടോഗ്രാഫിയെ സംബന്ധിച്ച ചില കാര്യങ്ങൾ ഇന്നും പലർക്കുമറിഞ്ഞുകൂടാ. ഉദാഹരണത്തിന് ഫോട്ടോയിൽ എങ്ങിനെ നോക്കണമെന്ന് അറിയാവുന്നവർ ചുരുക്കമാണ്. ഇതു വിചാരിക്കും പോലെ എളുപ്പമല്ല. ഫോട്ടോഗ്രാഫിക്ക് ഒരു നൂററാണ്ടിലധികം കാലത്തെ പഴക്കമുണ്ടെന്നതും അതു ഇന്ന് സർവ്വസാധാരണമായിട്ടുണ്ടെന്നതും ശരിതന്നെ. എങ്കിലും പല പ്രൊഫഷണൽ ഫോട്ടോഗ്രാഫർമാർ പോലും ഫോട്ടോ നോക്കുന്നത് വേണ്ട വിധത്തിലല്ല.

ഫോട്ടോ നോക്കേണ്ട വിധം.

ക്യാമറയുടേയും നമ്മുടെ കണ്ണിന്റേയും തത്വം ഒന്നുതന്നെ. ക്യാമറയുടെ പതക്കൻഗ്ലാസ് സൂക്രിനിൽ എത്തു പതിയുന്നുവെന്നതു് ലെൻസിനും വസ്തുവിനുമിടയ്ക്കുള്ള ദൂരത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. ക്യാമറ ഒരു സമഗ്രവീക്ഷണം നൽകുന്നു. ലെൻസിനു പകരം നമ്മുടെ കണ്ണിന്റെ—ഒരു കണ്ണിന്റെ!—സഹായത്തോടെ നമുക്കതു് ലഭിക്കുന്നു. ഒരു വസ്തു ഉളവാക്കുന്ന അതേ രൂപം അതിന്റെ ഫോട്ടോയിൽനിന്നു നമുക്കു ലഭിക്കണമെങ്കിൽ നമ്മൾ രണ്ടു കാര്യങ്ങൾ ചെയ്യണം: 1) ഒരു കണ്ണു കൊണ്ടു മാത്രം ഫോട്ടോ നോക്കണം; 2) ഫോട്ടോ വേണ്ടത്ര അകലത്തിൽ പിടിക്കണം.

രണ്ടു കണ്ണുകൾകൊണ്ടു ഫോട്ടോ നോക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന ചിത്രം പരന്നതാണ്, ത്രിമാനമല്ല. അതു നമ്മുടെതന്നെ കാഴ്ചയുടെ കഴിപ്പമാണ്. നമ്മൾ ഏതെങ്കിലും വരവസ്തുവിന്മേൽ നോക്കുമ്പോൾ അതു് നമ്മുടെ ഇരുകണ്ണുകളുടേയും റെറ്റിനകളിൽ ഒരൊറ്റ പ്രതിബിംബമല്ല



ചിത്രം 120. അടുപ്പിച്ചു പിടിച്ച നോക്കുമ്പോൾ ഇടത്തെ കണ്ണും വലത്തെ കണ്ണും വിരൽ രണ്ടായി കാണുന്നു

ഉളവാക്കുന്നത് (ചിത്രം 120). നാം വസ്തുക്കളെ ഉച്ചാവചരൂപത്തിൽ കാണാനുള്ള മുഖ്യ കാരണം ഇതാണ്. നമ്മുടെ തലച്ചോറ് ആ രണ്ടു വ്യത്യസ്ത പ്രതിബിംബങ്ങളെ ഒരൊറ്റ ഉച്ചാവചരൂപമായി ഒന്നിച്ചുചേർക്കുന്നു. സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിന്റെ മൗലിക തത്വവും ഇതുതന്നെയാണ്. നേരേമറിച്ചു നമ്മൾ ഒരു പരന്ന വസ്തുവിനെയാണ്, ഉദാഹരണത്തിന് ഒരു ചുമരിനെയാണ്, നോക്കുന്നതെങ്കിൽ രണ്ടു കണ്ണുകൾക്കും ലഭിക്കുന്നത് ഒരേ ചിത്രമാണ്. നമ്മൾ നോക്കുന്ന വസ്തു യഥാർത്ഥത്തിൽ പരന്നതാണെന്ന് തലച്ചോറിനു മനസ്സിലാവുന്നു.

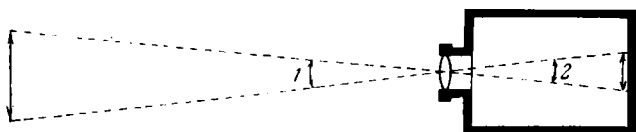
നമ്മൾ ഇരുകണ്ണുകളും കൊണ്ടു ഫോട്ടോ നോക്കുമ്പോൾ വരുത്തുന്ന തെറ്റു് ഇപ്പോൾ വ്യക്തമാണല്ലോ. നമ്മുടെ മുഖിലുള്ളതു് പരന്ന ചിത്രമാണെന്നു നാം നമ്മെത്തന്നെ വിശ്വസിക്കുകയാണ് ചെയ്യുന്നതു്. ഒരു കണ്ണുകൊണ്ടു മാത്രം കാണാനുദ്ദേശിക്കപ്പെട്ട ഒരു ഫോട്ടോ രണ്ടു കണ്ണുകൾക്കൊണ്ടു കാണുമ്പോൾ, ആ ഫോട്ടോ യഥാർത്ഥത്തിൽ നൽകുന്ന ചിത്രം കാണുന്നതിൽനിന്നു നാം നമ്മെത്തന്നെ തടയുന്നു; അങ്ങിനെ ക്യാമറ അന്യനുമായി സൃഷ്ടിക്കുന്ന പ്രതീതിയെ നാം നശിപ്പിക്കുന്നു.

ഫോട്ടോ എത്ര അകലത്തിൽ പിടിക്കണം.

രണ്ടാമത്തെ നിയമവും അത്രതന്നെ പ്രധാനമാണ്: ഫോട്ടോ കണ്ണിൽ നിന്നു വേണ്ടത്ര അകലത്തിൽ പിടിക്കണം. അല്ലെങ്കിൽ ശരിയായ സമഗ്രവീക്ഷണം ലഭിക്കുകയില്ല. ഫോട്ടോ എത്ര അകലത്തിൽ പിടിക്കണം? ശരിയായ ചിത്രം ലഭിക്കണമെങ്കിൽ, ക്യാമറാലെൻസ് പ്രതിബിംബത്തെ പരക്കുൻ സ്റ്റാൻഡിംഗ് പർത്തിയതു് എത്ര ദൂരം കോണത്തിൽനിന്നാണോ അതേ കോണത്തിൽനിന്നു ഫോട്ടോയിൽ നോക്കണം. എന്നുവെച്ചാൽ, ഫോട്ടോ ചെയ്യപ്പെട്ട വസ്തുവിനെ ക്യാമറ എങ്ങിനെ 'കണ്ടോ' അതുപോലെ നോക്കണമെന്നർത്ഥം (ചിത്രം 121). വസ്തുവിന്റെ യഥാർത്ഥവലിപ്പത്തേക്കാൾ അതിന്റെ ഫോട്ടോ പ്രതിബിംബം എത്ര മടങ്ങു് ചെറുതാണോ അത്രതന്നെ മടങ്ങു് വസ്തുവിനും ലെൻസിനുമിടയിലുള്ള ദൂരത്തേക്കാൾ ചെറുതായ ദൂരത്തിൽ ഫോട്ടോ

പിടിക്കണമെന്ന് ഇതിൽനിന്നു സിദ്ധിക്കുന്നു. മറ്റൊരു വിധത്തിൽ പാഞ്ഞാൽ ക്യാമറാലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരത്തോടു ഏറെക്കുറെ തുല്യമായ അകലത്തിലാണ് ഫോട്ടോ പിടിക്കേണ്ടത്.

മിക്ക ക്യാമറകളുടേയും ഫോക്കസ് ദൂരം 12-15 സെ. മീ. ആയതു കൊണ്ട് (ഈ പുസ്തകം എഴുതിയ കാലത്തെ കാര്യമാണ് ഗ്രന്ഥകാരൻ പറയുന്നത്.—പ്രസാ.) അവയിൽനിന്നു കിട്ടുന്ന ഫോട്ടോകൾ നമുക്ക് ശരിയായ ദൂരത്തിൽ പിടിക്കാൻ സാധ്യമല്ല. കാരണം, ഒരു സാധാരണ കണ്ണിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം (25 സെ. മീ.) ക്യാമറാലെൻസിന്റേതിന്റെ ഇരട്ടിയോളം വരും. ചുമരിൽ തറച്ച ഫോട്ടോയും പരന്നു കാണപ്പെടുന്നത് അതിനെ കൂടുതൽ ദൂരത്തിൽനിന്നു നോക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ്.



ചിത്രം 121. ക്യാമറയിൽ കോണം 1-ഉം കോണം 2-ഉം തുല്യമാണ്

കണ്ണിന് ചെറിയ ഫോക്കസ് ദൂരമുള്ള ഹ്രസ്വദൃഷ്ടിയുള്ളവർക്കും വസ്തുക്കളെ വളരെ അടുത്തു കാണാൻ കഴിയുന്ന കൊച്ചുകട്ടികൾക്കും മാത്രമേ, ശരിയായി (എന്നുവെച്ചാൽ ഒരു കണ്ണുകൊണ്ട്) നോക്കുമ്പോൾ ഒരു ഫോട്ടോയിൽനിന്നു കിട്ടുന്ന ഫലം ആസ്വദിക്കാൻ കഴിയൂ. കാരണം, 12-15 സെ.മീ. അകലത്തിൽ ഫോട്ടോ പിടിക്കുമ്പോൾ അവർ കാണുന്ന പ്രതിബിംബം പരന്നതല്ല, സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിലൂടെ നോക്കുമ്പോൾ കാണുന്നതുപോലെ ഉച്ചാവചമാണ്.

ഫോട്ടോകളിൽനിന്നു കിട്ടാവുന്ന ആസ്വാദ്യത നമുക്കു ലഭിക്കാത്തത് നമുക്കു അജ്ഞത കൊണ്ടാണെന്നും നമ്മൾ പലപ്പോഴും നിർജീവമെന്നു പാഞ്ഞു അവയെ കററപ്പെടുത്തുന്നതിനു ന്യായീകരണമില്ലെന്നും ഇപ്പോൾ മനസ്സിലായല്ലോ.

ഭൂതക്കണ്ണാടിയുടെ വിചിത്രഫലം

ഹ്രസ്വദൃഷ്ടിയുള്ളവർക്ക് സാധാരണഫോട്ടോകൾ ഉച്ചാവചമായി എളുപ്പം കാണാം. കാര്യം കഴിപ്പിമില്ലാത്തവർ എന്തു ചെയ്യണം? ഭൂതക്കണ്ണാടി അവരെ സഹായിക്കുന്നതാണ്. രണ്ടിരട്ടി വലുതായിക്കാണാ

വന്ന ഭൂതക്കണ്ണാടിയിലൂടെ നോക്കിയാൽ സാധാരണ കാഴ്ചശക്തിയുള്ള വർക്കു പ്രസാദപ്പിള്ളയെപ്പോലെതന്നെ കണ്ണുകളെ ആയാസപ്പെടുത്താതെ ഫോട്ടോകളെ ഉച്ചാവചമായി കാണാൻ കഴിയും.

രണ്ടു കണ്ണുകൾക്കൊണ്ടും ദൂരനിന്നും ഒരു ഫോട്ടോയെ നോക്കുമ്പോഴത്തേതിൽ നിന്നു വളരെ വ്യത്യസ്തമായ ഒരു ഫലമാണ് അപ്പോൾ കിട്ടുന്നത്. സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിലൂടെ നോക്കുന്നതുപോലെതന്നെയിരിക്കുമെന്നു പറയാം. ഒരു കണ്ണുടച്ചുപിടിച്ചുകൊണ്ട് ഭൂതക്കണ്ണാടിയിലൂടെ നോക്കുമ്പോൾ ഫോട്ടോകൾ പലപ്പോഴും ഉച്ചാവചമായി കാണപ്പെടുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണെന്ന് ഇപ്പോൾ മനസ്സിലായല്ലോ. പൊതുവെ അറിയപ്പെടുന്ന ഒരു വസ്തുതയാണിതെങ്കിലും അതിന് ശരിയായൊരു വ്യാഖ്യാനം അപൂർവ്വമായിട്ടേ നൽകാറുള്ളൂ. ഈ പുസ്തകത്തിന്റെ ഒരു നിരൂപകൻ ഇതു സംബന്ധിച്ച് എനിക്കെഴുതി:

“ഭൂതക്കണ്ണാടിയിലൂടെ നോക്കുമ്പോൾ ഫോട്ടോകൾ ഉച്ചാവചമായി കാണപ്പെടുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണെന്ന പ്രശ്നം അടുത്ത പതിപ്പിൽ ചർച്ചചെയ്യണം. സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിനെക്കുറിച്ചുള്ള സങ്കീർണ്ണമായ വിശദീകരണമാകെത്തന്നെ ഒർബ്ബലമാണെന്നാണ് എന്റെ പക്ഷം. ഒറ്റ കണ്ണുകൊണ്ട് സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിലൂടെ നോക്കൂ. സിദ്ധാന്തമെന്തായാലും ചിത്രം ഉച്ചാവചമായിത്തന്നെ കാണപ്പെടുന്നു.”

ഈ വസ്തുത സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് ദർശനത്തെക്കുറിച്ചുള്ള സിദ്ധാന്തത്തെ ഒരു തരത്തിലും ഖണ്ഡിക്കുന്നില്ലെന്ന് നിങ്ങൾക്കിപ്പോൾ വ്യക്തമായല്ലോ.

“പനോരമകൾ” എന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്നവ ഉളവാക്കുന്ന വിചിത്രാനുഭൂതിയുടേയും അടിയിലുള്ളത് ഇതേ തത്വംതന്നെയാണ്. അതൊരു ചെറിയ പെട്ടിയാണ്. ഒരു പ്രകൃതിദൃശ്യത്തിന്റേയോ ഒരു സംഘം ആളുകളുടേയോ ഒരു സാധാരണ ഫോട്ടോ ഒരു കണ്ണുകൊണ്ട് ഭൂതക്കണ്ണാടിയിലൂടെ നോക്കുന്നു. സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് ഫലം അപ്പോൾത്തന്നെ ഉണ്ടാകും. അതിന്റെ മാറ്റമുള്ളതാൽവേണ്ടി ഫോട്ടോയിലെ ചില വസ്തുക്കളെ വെട്ടിയെടുത്ത് കറേക്കുടി മുന്നിലായി വയ്ക്കുന്നു. അടുത്തുള്ള വസ്തുക്കളുടെ ഘരത്വം നമ്മുടെ കണ്ണുകൾക്കു വിശേഷിച്ചും തീവ്രമായി അനുഭവപ്പെടും. ദൂരദൃശ്യങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം അതത്ര പ്രകടമല്ല.

ഫോട്ടോകൾ വലുതാക്കൽ

സാധാരണ കാഴ്ചശക്തിയുള്ളവർക്കു ഭൂതക്കണ്ണാടി ഉപയോഗിക്കാതെതന്നെ ശരിയായി കാണത്തക്കവിധം ഫോട്ടോകൾ തയ്യാറാക്കാൻ കഴിയുമോ? കഴിയും. നീണ്ട ഫോക്കസ് ദൂരത്തോടുകൂടിയ ക്യാമറകൾ

ഉപയോഗിച്ചാൽ മതി. 25-30 സെ. മീ. ഫോക്കസ് ദൂരമുള്ള ലെൻസ് വെച്ചെടുത്ത ഫോട്ടോ സാധാരണ ദൂരത്തിൽ പിടിച്ച് (ഒരു കണ്ണുകൊണ്ട്) നോക്കിയാൽത്തന്നെ ഉച്ചാവചമായി കാണപ്പെടുമെന്ന് അറിയാമല്ലോ.

അകലെനിന്ന് രണ്ടു കണ്ണുകൾകൊണ്ടു നോക്കിയാലും പരന്നല്ലാതെ കാണപ്പെടുന്ന ഫോട്ടോകൾ നമുക്കുണ്ടാക്കാൻ കഴിയും. രണ്ടു കണ്ണുകൾ ഒരു വസ്തുവിന്റെ സർവ്വമാസമമായ രണ്ടു പ്രതിബിംബങ്ങൾ കാണുമ്പോൾ തലച്ചോറ് അവയെ പരന്ന ഒരൊറ്റ ചിത്രമായി ഒന്നിച്ചു ചേർക്കുന്നുവെന്നു നേരത്തേ പറഞ്ഞല്ലോ. എന്നാൽ വസ്തുവിന്റെ ദൂരം കൂടുന്തോറും തലച്ചോറിന്റെ ഈ കഴിവ് കുറയുന്നു. 70 സെ. മീ. ഫോക്കസ് ദൂരമുള്ള ലെൻസ് വെച്ചെടുത്ത ഫോട്ടോകളെ രണ്ടു കണ്ണുകൾ കൊണ്ടു നോക്കിയാലും അവയുടെ ത്രിമാനത്വം നഷ്ടപ്പെടുകയില്ല.

അത്തരം ലെൻസുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നത് അത്ര സൗകര്യപ്രദമല്ലാത്തതുകൊണ്ട് ഞാൻ മറ്റൊരു വഴി പറയാം. ഒരു സാധാരണ ക്യാമറകൊണ്ടെടുത്ത ഫോട്ടോ വലുതാക്കുകയെന്നതാണത്. അപ്പോൾ ശരിയായ ഫലം കിട്ടാൻ ഫോട്ടോയെ കൂടുതൽ ദൂരെനിന്നു നോക്കണം. 15 സെ. മീ. ലെൻസ് വെച്ചെടുത്ത ഫോട്ടോ നാലോ അഞ്ചോ മടങ്ങു വലുതാക്കിയാൽ 60-75 സെ. മീ. അകലെനിന്നു രണ്ടു കണ്ണുകൾകൊണ്ടു നോക്കിയാലും ശരിയായ ഫലം കിട്ടും. പടം കുറച്ചു മങ്ങിയിരിക്കുമെന്നതു ശരിയാണ്. പക്ഷെ ആ ദൂരത്തിൽ അതു ദൃശ്യമല്ല. അതേ സമയം ഉച്ചാവചപ്രതീതി ലഭിക്കുകയും ചെയ്യും.

സിനിമാശാലയിലെ ഏറ്റവും നല്ല സീററ്

സിനിമാശാലയിൽ ചില പടങ്ങൾ അസാമാന്യവ്യക്തതയോടെ എഴുന്നെൽക്കുന്നത് കാണികൾക്കു പലപ്പോഴും അനുഭവപ്പെടാറുണ്ട്. നടിനടന്മാർ ജീവനോടെ കൺമുഖിൽ വന്നു നിൽക്കുകയാണെന്നു തോന്നും. ഇതു നമ്മൾ വിചാരിക്കുംപോലെ ആ പടഞ്ഞയല്ല നമ്മുടെ സീററിന്റെ സ്ഥാനത്തെയാണ് ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നത്. വളരെച്ചെറിയ ഫോക്കസ് ദൂരമുള്ള ലെൻസുകൾവെച്ചാണ് ചലച്ചിത്രങ്ങളെടുക്കുന്നതെങ്കിലും അവ തിരശ്ശീലയിൽ കാണിക്കുന്നത് ഒരു നൂറുമടങ്ങ് വലുതാക്കിയിട്ടാണ്. ദൂരെനിന്നുതന്നെ (10 സെ.മീ. \times 100 = 100 മീ.) നമുക്കവയെ രണ്ടു കണ്ണുകൾകൊണ്ടും കാണാൻ കഴിയും. ഫിലിമെടുകുവോൾ ക്യാമറ ഏതു ദർശനകോണത്തിൽനിന്നാണോ “നോക്കിയതു,”

അതേ കോണത്തിൽ ചിത്രത്തെ നോക്കുമ്പോഴാണ് ഉച്ചാവചത്വം ഏറ്റവും നന്നായി അനുഭവപ്പെടുന്നത്.

ആ ഏറ്റവും നല്ല ദർശനകോണത്തിന് അനുരൂപമായ ദൂരം നമ്മൾ എങ്ങിനെ കണ്ടുപിടിക്കും? ഒന്നാമത്ത്, സ്ക്രീനിന്റെ മദ്ധ്യത്തിന്റെ നേരെ എതിർവശത്തുള്ള സീററായിരിക്കണം. രണ്ടാമത്ത്, ക്യാമറാലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം ഫിലിമിന്റെ വീതിയുടെ എത്ര മടങ്ങാണോ, സ്ക്രീനിന്റെ വീതിയുടെ അത്രതന്നെ മടങ്ങ് ദൂരത്തിലായിരിക്കണം സീററ്റ്. സിനിമാക്യാമറയുടെ ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം സാധാരണയായി 35 മി. മീ., 50 മി. മീ., 75 മി. മീ., 100 മി. മീ., ഇവയിലേതെങ്കിലുമൊന്നായിരിക്കും. എന്തിന്റെ പടമെട്രക്കു നുവെന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചാണ് അതിരിക്കുന്നത്. ഫിലിമിന്റെ വീതി 24 മി. മീ. ആണ്. അപ്പോൾ, ഫോക്കസ് ദൂരം 75 മി. മീ. ആണെങ്കിൽ നമുക്കു കിട്ടുന്നത് ഈ അനുപാതമായിരിക്കും:

$$\frac{\text{സീററിന്റെ ദൂരം}}{\text{സ്ക്രീനിന്റെ വീതി}} = \frac{\text{ഫോക്കസ് ദൂരം}}{\text{ഫിലിമിന്റെ വീതി}} = \frac{75}{24} \approx 3$$

അങ്ങിനെ, സ്ക്രീനിൽനിന്ന് എന്തകലത്തിൽ ഇരിക്കണമെന്നു കണ്ടുപിടിക്കാൻ സ്ക്രീനിന്റെ, അഥവാ സ്ക്രീനിൽ വരുന്ന പടത്തിന്റെ, വീതിയെ മൂന്നുകൊണ്ടു ഗുണിച്ചാൽ മതി. വീതി ആറു ചുവടാണെങ്കിൽ ഏറ്റവും നല്ല സീററ്റ് സ്ക്രീനിൽനിന്ന് 18 ചുവട് അകലെയാണ്. ഉച്ചാവചത്വം ഉളവാക്കുന്ന വിവിധ ഉപകരണങ്ങളിലൂടെ നോക്കുമ്പോൾ ഇക്കാര്യം ഓർമ്മയിലിരിക്കണം. അല്ലെങ്കിൽ, മേൽപറഞ്ഞ കാരണങ്ങളാൽ സംഭവിക്കുന്നത് ഉപകരണത്തിന്റെ മേന്മകൊണ്ടാണെന്ന് തെറ്റിദ്ധരിക്കാനിടയുണ്ട്.

സചിത്രമാസികാവായനക്കാരുടെ ശ്രദ്ധയ്ക്ക്

പുസ്തകങ്ങളിലും മാസികകളിലും വരുന്ന പടങ്ങൾക്കും മൂലഫോട്ടോകളുടെ അതേ ഗുണങ്ങളുണ്ട്. ശരിയായ ദൂരത്തിൽ പിടിച്ച് ഒരു കണ്ണുകൊണ്ടു നോക്കിയാൽ അവയ്ക്കും ഉച്ചാവചത്വമുള്ളതായി അനുഭവപ്പെടും. എന്നാൽ വിവിധ ഫോട്ടോകൾ വ്യത്യസ്തഫോക്കസ് ദൂരങ്ങളുള്ള ലെൻസുകൾ വച്ചെടുത്തവയാകയാൽ ശരിയായ ദൂരം പരീക്ഷിച്ചുതന്നെ അറിയേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. ഒരു കണ്ണ് പൊത്തിപ്പിടിച്ച് പടം കയ്യിന്റെ നീളത്തിൽ അകറ്റിപ്പിടിക്കുക. വീക്ഷണഗതിക്ക് ലംബമാ

യി പിടിക്കണം. തുറന്ന കണ്ണു പടത്തിന്റെ മദ്ധ്യത്തിന്റെ നേരെ എതിരെ ആയിരിക്കുകയും വേണം. പടത്തിൽനിന്നു കണ്ണെടുക്കാതെ തന്നെ അതു കറേൾക്കുകയും അടുപ്പിച്ചുകൊണ്ടുവരിക. ഉച്ചാവചത്വം ഏറ്റവും വ്യക്തമായി അനുഭവപ്പെടുന്ന നിമിഷം നിങ്ങൾക്കു എളുപ്പം കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയും.

സാധാരണമതിൽ നോക്കുമ്പോൾ പരന്നു മങ്ങി കാണപ്പെടുന്ന പല പടങ്ങൾക്കും മേൽപറഞ്ഞ വിധം നോക്കിയാൽ ആഴവും വ്യക്തതയും കൈവരുന്നതാണ്. വെള്ളത്തിന്റെ തിളക്കവും അതുപോലെ തന്നെ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് സ്വഭാവത്തോടുകൂടിയ മറ്റു ഫലങ്ങളും ദുർലഭമായിട്ടല്ലാതെ അനുഭവപ്പെടും.

ഈ ലളിതമായ കാര്യങ്ങളെല്ലാംതന്നെ അര നൂറ്റാണ്ടിനു മുമ്പേ പോപ്പുലർസയൻസ് പുസ്തകങ്ങളിൽ പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിലും ചുരുക്കം പേർ മാത്രമേ അവ മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുള്ളവെന്നതു് അതുതന്നെ. "മനസ്സിന്റെ ശരീരവിജ്ഞാനതത്വങ്ങൾ" എന്ന കൃതിയിൽ വിലയം കാർപ്പൻർ ഫോട്ടോകൾ നോക്കേണ്ട വിധം വിവരിക്കുന്നത് ഇപ്രകാരമാണ്:

"ഫോട്ടോകൾ ഈ വിധത്തിൽ നോക്കുന്നതുകൊണ്ടുള്ള ഫലം വസ്തുക്കളുടെ ഖരത്വം അനുഭവപ്പെടുന്നുവെന്നതിൽ മാത്രം ഒതുങ്ങിനിൽക്കുന്നില്ലെന്നതു് ശ്രദ്ധേയമാണ്. മറ്റു ചില സവിശേഷതകളും കൂടുതൽ യഥാർത്ഥമായി കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്. നിശ്ചലജലത്തിന്റെ ചിത്രീകരണത്തിൽ വിശേഷിച്ചും കാണാവുന്നതാണിതു്. സാധാരണഗതിയിൽ ഒരു ഫോട്ടോയുടെ തീരെ തൃപ്തികരമല്ലാത്ത ഭാഗങ്ങളിലൊന്നാണതു്. രണ്ടു കണ്ണുകളുംകൊണ്ടു നോക്കുമ്പോൾ ജലത്തിന്റെ മുകൾപ്പരപ്പു് മെഴുകുപോലെ അപാര്യമായിട്ടാണ് കാണപ്പെടുന്നതെങ്കിലും ഒരു കണ്ണുകൊണ്ടു നോക്കുന്നതോടെ അതിനു് അന്യാദൃശമായ ആഴവും സുതാര്യതയും കൈവരുന്നു. വെള്ളോടോ ആനക്കൊമ്പോപോലെ പ്രകാശം പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്ന പ്രതലങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചും വാസ്തവമാണിതു്. ഫോട്ടോ എടുക്കപ്പെടുന്ന വസ്തു എത്ര പദാർത്ഥം കൊണ്ടുണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നുവെന്നു് കൂടുതൽ എളുപ്പം തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയുന്നതു് പടം രണ്ടു കണ്ണുകൾകൊണ്ടു നോക്കുമ്പോഴല്ല, ഒരു കണ്ണുകൊണ്ടു നോക്കുമ്പോഴാണ്."

ഒരു കാര്യംകൂടി ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടതുണ്ട്. വലുതാക്കപ്പെട്ട ഫോട്ടോകൾക്കു് മറ്റുള്ളവയേക്കാൾ ജീവനുണ്ടെന്നു നാം കണ്ടല്ലോ. ചെറുവലിപ്പത്തിലുള്ള ഫോട്ടോകൾക്കു് കൂർമ്മതയും സ്പടതയും കൂടമെന്നതു ശരിതന്നെ. എങ്കിലും അവ പരന്നിരിക്കും. ആഴവും ഉച്ചാവചത്വവും അനുഭവപ്പെടുകയില്ല. ഇതിനുള്ള കാരണം അറിയാമല്ലോ. ഫോട്ടോകൾ ചെറുതാകുതോറും സാധാരണഗതിയിൽത്തന്നെ കാണതിരിക്കുന്ന വീക്ഷണദൂരം പിന്നെയും കുറയുന്നു.

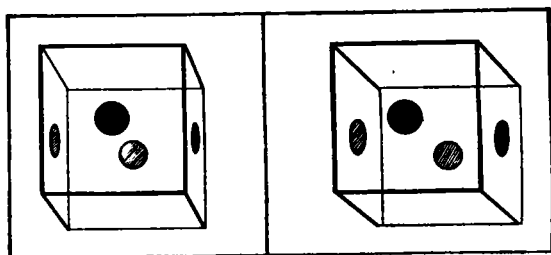
ഫോട്ടോകളെപ്പറ്റി പറഞ്ഞതെല്ലാം ഏറെക്കുറെ പെയിൻറിംഗുകൾക്കും ബാധകമാണ്. ശരിയായ ദൂരത്തിലാണ് അവ ഏറ്റവും നന്നായി കാണപ്പെടുന്നത്. അപ്പോൾ മാത്രമേ അവയ്ക്ക് ഉച്ചാവചതം അനുഭവപ്പെട്ടു. തന്നെയല്ല, ഒരു കണ്ണുകൊണ്ടു നോക്കുന്നതാണ് കൂടുതൽ നല്ലത്—വിശേഷിച്ചും ചിത്രം ചെറുതാണെങ്കിൽ.

അതേ പുസ്തകത്തിൽത്തന്നെ കാർപ്പൻസ് പറയുന്നു: “വീക്ഷണവിന്യാസം, വെളിച്ചം, നിഴൽ, വിശദാംശങ്ങളുടെ പൊതുലടന എന്നിവയെല്ലാം യാഥാർത്ഥ്യത്തോടു സൂക്ഷ്മമായി ഒത്തിരിക്കുന്ന ഒരു ചിത്രത്തെ രണ്ടു കണ്ണുകൾക്കുപകരം ഒരു കണ്ണുകൊണ്ടു സൂക്ഷിച്ചുനോക്കുമ്പോഴാണ് അതു കൂടുതൽ വ്യക്തമായി മനസ്സിൽ പതിയുന്നതെന്നതും, പരിസരങ്ങളെ സമ്രൂപം ഒഴിവാക്കിക്കൊണ്ടു തക്ക വലിപ്പവും രൂപവുമുള്ള ഒരു കഴലിലൂടെ നോക്കിയാൽ ഫലം കുറെക്കൂടി മെച്ചമായിരിക്കുമെന്നതും പണ്ടുമുതൽക്കേ അറിവുള്ള ഒരു വസ്തുതയാണ്. എന്നാൽ ഇതിനു വളരെ തെറ്റായ ഒരു വ്യാഖ്യാനമാണ് സാധാരണയായി നൽകിവന്നിട്ടുള്ളതു്. ബേക്കൺ പറയുന്നു: ‘ജീവചൈതന്യങ്ങൾ ഏകോപിച്ച് കൂടുതൽ ശക്തിയാർജ്ജിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ് രണ്ടു കണ്ണുകൾക്കു പകരം ഒരു കണ്ണുകൊണ്ടു നോക്കുമ്പോൾ കൂടുതൽ ഭംഗിയായി കാണാൻ കഴിയുന്നത്.’ ഒരു കണ്ണു മാത്രമുപയോഗിക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന കാഴ്ചശക്തിയുടെ സാന്ദ്രണഫലമാണിതെന്ന ബേക്കന്റെ നിഗമനത്തോടു വ്യത്യസ്തഭാഷകളിലൂടെയാണെങ്കിലും മറു് എഴുത്തുകാരും യോജിക്കുന്നുണ്ടു്. എന്നാൽ ഒരു ചെറിയ ദൂരത്തിൽ നിന്നു രണ്ടു കണ്ണുകളുംകൊണ്ടു നോക്കുമ്പോൾ ഒരു ചിത്രത്തെ ഒരു പരന്ന പ്രതലമായി അംഗീകരിക്കാൻ നാം നിർബ്ബന്ധിതരാകുന്നുവെന്നതാണ് സത്യം. ഒരു കണ്ണുകൊണ്ടു മാത്രം നോക്കുമ്പോഴാകട്ടെ, ദർശനകോടി, വെളിച്ചം, നിഴൽ തുടങ്ങിയവയുടെ മുദ്രകൾ നമ്മുടെ മനസ്സിൽ പതിയാനുള്ള സൗകര്യമുണ്ടു്. തൽഫലമായി, കുറച്ചു സമയം സൂക്ഷിച്ചുനോക്കിക്കഴിയുമ്പോൾ ചിത്രം ഉച്ചാവചരൂപമാർജ്ജിക്കാൻ തുടങ്ങിയെന്നുവരും. ഒരു മോഡലിന്റെ ഖരതംപോലും അതിനു കൈവന്നുവെന്നിരിക്കും.”

വലിയ പെയിൻറിംഗുകളുടെ ചെറിയ ഫോട്ടോപ്പകർപ്പുകൾ പലപ്പോഴും മൂലത്തേക്കാൾ കൂടുതൽ ഉച്ചാവചതപ്രതീതി ഉളവാക്കാറുണ്ടു്. സാധാരണഗതിയിൽ ആ പെയിൻറിംഗ് ദൂരെനിന്നാണല്ലോ നോക്കേണ്ടതു്. ഫോട്ടോയുടെ ചെറിയ വലിപ്പം ആ ദൂരത്തെ കുറയ്ക്കുന്നു. അതുകൊണ്ടാണ് അടുത്തു പിടിക്കുമ്പോഴും ഫോട്ടോയിൽ ഉച്ചാവചതം അനുഭവപ്പെടുന്നത്.

സ്പിരിയോയ്ക്കാപ്പ്

നമ്മൾ ഖരവസ്തുക്കളെ ദ്വിമാനമായിട്ടല്ലാതെ ത്രിമാനമായി കാണുന്നതെന്തുകൊണ്ടാണ്? റെട്ടിനയിൽ പതിയുന്ന പ്രതിബിംബം പരന്നതാണല്ലോ. പിന്നെന്തുകൊണ്ട് പരന്ന ചിത്രമായിട്ടല്ലാതെ നാം വസ്തുക്കളെ ത്രിമാനമായി കാണുന്നു?



ചിത്രം 122. പൊട്ടുകളോടുകൂടിയ ഒരു ഗ്ലാസ് ക്യൂബ് ഇടത്തേയും വലത്തേയും കണ്ണുകൊണ്ട് നോക്കുമ്പോൾ

കാരണങ്ങൾ പലതാണ്. ഒന്നാമത്, വസ്തുവിന്റെ വിവിധഭാഗങ്ങളിൽ വെളിച്ചം വീഴുന്നത് വ്യത്യസ്തമായിട്ടാണ്. അതിന്റെ ആകൃതി മനസ്സിലാക്കാൻ ഇതു നമ്മെ സഹായിക്കുന്നു. രണ്ടാമത്, വസ്തുവിന്റെ വിവിധഭാഗങ്ങളുടെ വ്യത്യസ്തദൂരങ്ങളെ ഗ്രഹിക്കുന്നതിന് നമ്മുടെ കണ്ണിനെ പൊരുത്തപ്പെടുത്തുമ്പോൾ അനുഭവപ്പെടുന്ന ആയാസത്തിനും ഒരു പങ്കുണ്ട്. എല്ലാ ഭാഗങ്ങളും തുല്യദൂരത്തിലുള്ള ഒരു പരന്ന ചിത്രമല്ല അത്. മൂന്നാമത്—ഇതാണ് ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട കാരണം—രണ്ടു കണ്ണുകളുടേയും റെട്ടിനകളിൽ പതിയുന്ന പ്രതിബിംബങ്ങൾ വ്യത്യസ്തമാണ്. വലത്തെ കണ്ണും ഇടത്തെ കണ്ണും മാറിമാറി അടച്ചുകൊണ്ട് ഒരു വസ്തുവിനെ അടുത്തുനിന്നു നോക്കിയാൽ എളുപ്പം മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണിത് (ചിത്രം 120, 122).

ഒരേ വസ്തുവിന്റെതന്നെ രണ്ടു ചിത്രങ്ങൾ മനസ്സിൽ സങ്കല്പിക്കുക—ഒന്ന് ഇടത്തെ കണ്ണുകൊണ്ട് കാണുന്നത്. മറേറത് വലത്തെ കണ്ണുകൊണ്ട് കാണുന്നത്. ഓരോ കണ്ണും അതിന്റെ 'സ്വന്തം' ചിത്രം കാണത്തക്കവണ്ണം നാം അവയെ നോക്കിയാൽ രണ്ടു പരന്ന ചിത്രങ്ങൾക്കു പകരം നാം കാണുന്നത് ഉച്ചാവചമായ ഒരൊറ്റ ചിത്രമായിരിക്കും. ഒരു ഖരവസ്തുവിനെ ഒറ്റക്കണ്ണുകൊണ്ട് നോക്കുമ്പോഴത്തേക്കാൾ ഉച്ചാവചതം ഇപ്പോൾ അനുഭവപ്പെടുന്നു.

ഈ ജോടികളെ നോക്കാനുള്ള പ്രത്യേക ഉപകരണമാണ് സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പ് അഥവാ ത്രിവിമദർശി. രണ്ടു പ്രതിബിംബങ്ങളേയും ഒന്നിനൊന്നു മേലാക്കാൻ പണ്ടത്തെ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പുകളിൽ കണ്ണാടികളാണ് ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്. ഇപ്പോൾ ഉത്തലസ്സികപ്രിസങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഉത്തലമായതുകൊണ്ട് പ്രിസങ്ങൾ ചിത്രങ്ങളെ കറുപ്പു വലുതാക്കുന്നു. ജോടികളിൽനിന്നുള്ള പ്രകാശത്തെ പ്രിസങ്ങൾ അപവർത്തനം ചെയ്യുകയും അതിന്റെ തുടർച്ചയെന്നു തോന്നുന്നത് ചിത്രങ്ങളെ ഒന്നിനൊന്നു മേലാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിന്റെ മൗലികതത്വം അങ്ങേയറ്റം ലളിതമാണെന്നു മനസ്സിലായല്ലോ. എന്നിട്ടും അതുളവാക്കുന്ന ഫലം അതുതാവഹമാണ്. നിങ്ങളിൽ മിക്കവരും പലതരം സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് ചിത്രങ്ങൾ കണ്ടിരിക്കും. ചിലർ സ്റ്റീരിയോമെടി കൂടുതൽ എളുപ്പം പഠിക്കാൻ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പ് ഉപയോഗിച്ചിട്ടുണ്ടാവും. എന്നാൽ ഞാനിവിടെ വിവരിക്കാൻ പോകുന്ന സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിന്റെ പ്രയോഗങ്ങൾ നിങ്ങളിൽ പലർക്കും അറിയാമെന്നു തോന്നുന്നില്ല.

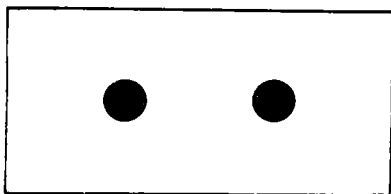
•

പ്രകൃതിദത്തമായ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പ്

വാസ്തവത്തിൽ നമുക്ക് സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പില്ലാതെ വെറുംകണ്ണുകൾ കൊണ്ടുതന്നെ അത്തരം ജോടികളെ നോക്കി അതേ ഫലം കൈവരുത്താൻ കഴിയും. നമ്മൾ കണ്ണുകളെ പരിശീലിപ്പിക്കണമെന്നു മാത്രം. സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിൽ സാധാരണ കാണപ്പെടുന്നതുപോലെ പ്രതിബിംബം വലുതായി കാണുകയില്ലെന്നതാണ് ഒരേയൊരു വ്യത്യാസം. സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പു കണ്ടുപിടിച്ച വീററ്സ്സൺ പ്രകൃതിയുടേതായ ഈ വിന്യാസത്തെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തി.

ഞാനിവിടെ കറെ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് ചിത്രങ്ങൾ ചേർത്തിട്ടുണ്ട്. ആദ്യം പ്രയാസം കുറഞ്ഞതും തുടർന്ന് കൂടുതൽകൂടുതൽ പ്രയാസമുള്ളതുമാണ്. അവയെ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിലൂടെയല്ലാതെ നോക്കുക. കറെ പ്രാവശ്യം ശ്രമിച്ചുകഴിയുമ്പോൾ ഫലമുണ്ടാകും. (സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിലൂടെപ്പോലും എല്ലാവർക്കും ത്രിമാനമായി കാണാൻ കഴിയുകയില്ലെന്ന് ഓർക്കണം. കോങ്കണ്ണന്മാർക്കും ഒരു കണ്ണുമാത്രം ഉപയോഗിച്ചു ശീലിച്ചവർക്കും തീർത്തും സാധ്യമല്ലാത്ത ഒന്നാണത്. മറ്റുള്ളവർതന്നെ സുദീർഘമായ പരിശീലനത്തിലൂടെ മാത്രമേ ഫലം നേടു. ചെറുപ്പക്കാർ മാത്രം വേഗം—വെറും കാൽ മണിക്കൂർകൊണ്ട്—അതു പഠിച്ചുകഴിയും.)

ചിത്രം 123-ൽ നിന്ന തുടങ്ങുക. രണ്ടു കറുത്ത പൊട്ടുകളുടെ നടുവിലുള്ള ഇടത്തിൽ ഏതാനും നിമിഷത്തേക്ക് തുറിച്ചുനോക്കുക. അങ്ങിനെ ചെയ്യുമ്പോൾത്തന്നെ പുറകിലുള്ള ഒരു സങ്കല്പവസ്തുവിനെ നോക്കാൻ ശ്രമിക്കുക. കറെ കഴിയുമ്പോൾ നിങ്ങൾ രണ്ടായി കാണാൻ തുടങ്ങും. രണ്ടു പൊട്ടുകൾക്കു പകരം നാലു പൊട്ടുകൾ കാണും. പിന്നീട്

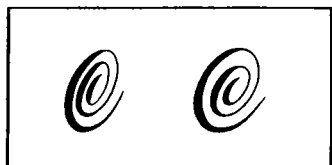


ചിത്രം 123. പൊട്ടുകളുടെ നടുവിലുള്ള ഇടത്തിൽ കറെ സെക്കണ്ടുകൾ സൂക്ഷിച്ചുനോക്കിയാൽ പൊട്ടുകൾ ഒന്നിച്ചുവന്നതുപോലെ തോന്നും.

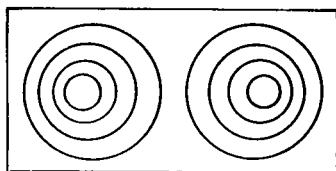
രണ്ടറ്റത്തുമുള്ള പൊട്ടുകൾ അകന്നു മാറും. അകവശത്തെ രണ്ടു പൊട്ടുകൾ പരസ്പരം അടുത്തടുത്തു വന്ന് ഒന്നായിത്തീരും. ഇതേ പരീക്ഷണം തന്നെ 124, 125 എന്നീ ചിത്രങ്ങൾ വച്ച് നടത്തുക. അകന്നുകുന്ന പോകുന്ന ഒരു നീണ്ട കഴലിന്റെ ഉൾവശംപോലെ എന്തോ ഒന്ന് കാണുകയാണെന്നു തോന്നും.

അടുത്തതായി ചിത്രം 126-ലേക്കു കടക്കുക. ജ്യോതിരീയപദാർത്ഥങ്ങൾ വായുവിൽ തൂങ്ങിക്കിടക്കുകയാണെന്നു തോന്നും. ചിത്രം 127 ഒരു നീണ്ട ഇടനാഴിയോ തുരങ്കമോ ആയിട്ടായിരിക്കും അനുഭവപ്പെടുക. ചിത്രം 128 അകോറിയത്തിലെ സുതാര്യമായ സ്റ്റികളുടെടിന്റെ പ്രതീതി ഉളവാക്കും. ചിത്രം 129 ആകട്ടെ, ഒരു സമ്പൂർണ്ണസമുദ്രശൃംഗം തന്നെ കൺമുമ്പിൽ ഉയർത്തും.

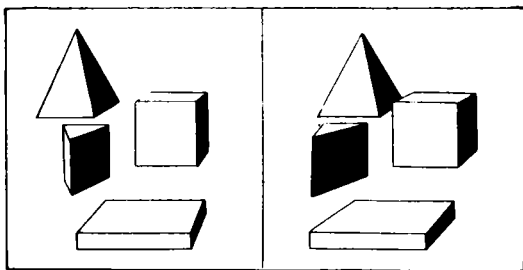
പരീക്ഷണങ്ങൾ വിജയപ്രദമാക്കാൻ എളുപ്പമാണ്. എന്റെ മിക്ക സ്നേഹിതരും കറെ പ്രാവശ്യം ശ്രമിച്ചപ്പോഴേക്കും കാര്യം പഠിച്ചു. ഗ്രന്ഥ



ചിത്രം 124. അതു തന്നെ ഇവിടെയും ആവർത്തിച്ചശേഷം അടുത്തതിലേക്കു കടക്കുക



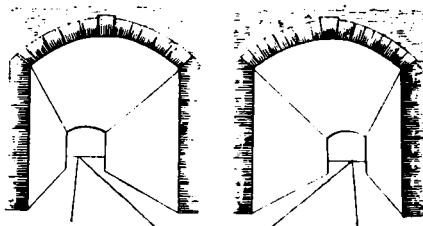
ചിത്രം 125. ഈ പ്രതിബിംബങ്ങൾ ഒന്നിച്ചുചേരുമ്പോൾ അകന്നുകുന്നപോകുന്ന ഒരു കഴലിന്റെ ഉള്ളിൽ നോക്കുന്നതുപോലെ തോന്നും.



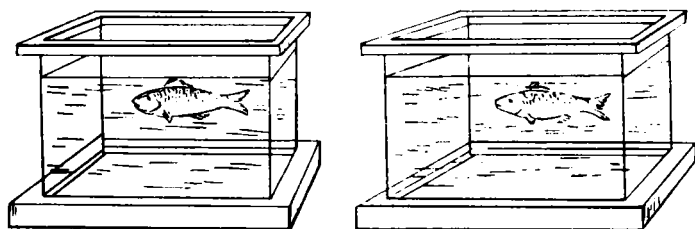
ചിത്രം 126. ഈ നാലു ജ്യാമിതീയരൂപങ്ങൾ ഒന്നിച്ചുചേരുമ്പോൾ അവ വായുവിൽ തൂങ്ങിക്കിടക്കുകയാണെന്നു തോന്നും.

ദൃഷ്ടിയും ദീർഘദൃഷ്ടിയുമുള്ളവർ കണ്ണട മാറാണമെന്നില്ല. മറേറതു പടവും കാണുന്നതുപോലെ അവർ ഈ ജോടികളേയും നോക്കിയാൽ മതി. ജോടി അകത്തിലും അടുപ്പിച്ചും പിടിച്ചു നോക്കി ശരിയായ ദൂരം കണ്ടു പിടിക്കുക. മുറിയിൽ നല്ല വെളിച്ചമുണ്ടായിരിക്കണമെന്നതും പ്രധാനമാണ്.

ഇത്രയുമായിക്കഴിഞ്ഞാൽ പൊതുവിൽ ഏതു ത്രിവിമജോടികളേയും സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിലാക്കണമെന്നു നോക്കാൻ ശ്രമിക്കാം. 130, 133, എന്നീ ചിത്രങ്ങളിലെ ജോടികൾ വെച്ച് തുടങ്ങാം. വളരെ സമയം ഇങ്ങനെ നോക്കരുത്. കണ്ണു കഴിയും. വെറുംകണ്ണുകൾക്കൊണ്ട് ഉദ്ദിഷ്ടഫലം കിട്ടിയില്ലെങ്കിൽ വെള്ളെഴുത്തുകാർക്കുള്ള ചില്ലുകൾ ഉപയോഗിച്ച് ലളിതവും എന്നാൽ അത്യന്തം ഉപകാരപ്രദവുമായ ഒരു

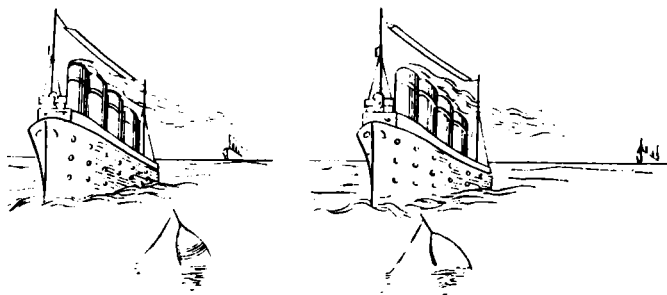


ചിത്രം 127. ദൂരത്തേയ്ക്കു നീണ്ടുകിടക്കുന്ന ഒരു ഇടനാഴിയുടെ പ്രതീതിയാണ് ഈ ജോടി ഉളവാക്കുന്നത്



ചിത്രം 128. അക്വേറിയത്തിലെ മത്സ്യം.

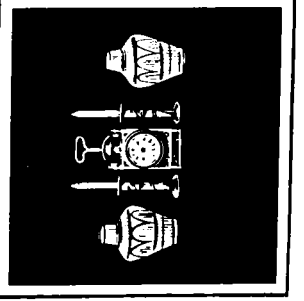
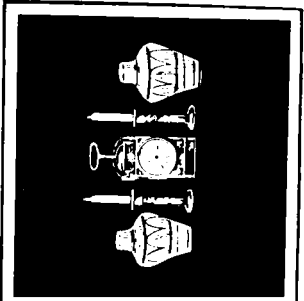
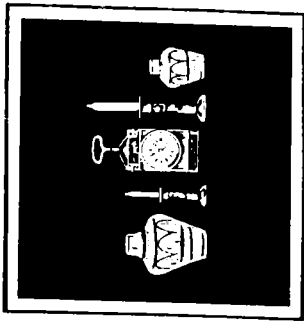
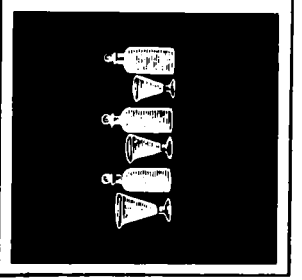
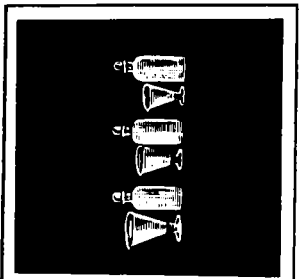
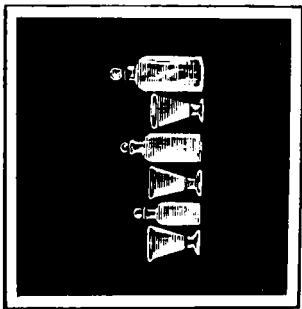
സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പുണ്ടാക്കാം. അകവശത്തെ വക്കുകളിലൂടെ മാത്രം നോക്കാൻ കഴിയുമാറ് അവയെ ഒരു കാർഡ്ബോർഡിൽ ഒട്ടിച്ചുവയ്ക്കുക. ജോടികളെ ഇടയ്ക്കൊരു മറവച്ച് തിരിക്കുക.



ചിത്രം 129. സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് സമുദ്രദൃശ്യം.

ഒരു കണ്ണുകൊണ്ടും രണ്ടു കണ്ണുകൊണ്ടും.

ചിത്രം 130-ൽ മുകളിലത്തെ വരിയിൽ ഇടതുവശത്തു കൊടുത്തിരിക്കുന്നത് ഒരേ വലിപ്പമെന്നു തോന്നിക്കുന്ന മൂന്നു കപ്പികളുടെ രണ്ടു ഫോട്ടോകളാണ്. എത്ര സൂക്ഷിച്ചു നോക്കിയാലും വലിപ്പത്തിൽ എന്തെങ്കിലും വ്യത്യാസം കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയുകയില്ല. എന്നാൽ വാസ്തവത്തിൽ വ്യത്യാസമുണ്ട്. അതും, സാരമായ വ്യത്യാസം. കണ്ണിൽ നിന്നും ക്യാമറയിൽനിന്നും ഒരേ ദൂരത്തിൽ വയ്ക്കാത്തതുകൊണ്ടാണ്



അവ ഒരുപോലെ തോന്നിക്കുന്നത്. വലിയ കപ്പി ചെറിയവയേക്കാൾ ദൂരെയാണു വച്ചിരിക്കുന്നത്. പക്ഷെ ഏതാണു വലിയ കപ്പി? എത്ര മിഴിച്ചു നോക്കിയാലും പറയാൻ സാധ്യമല്ല.

എന്നാൽ ഒരു സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിന്റേയോ ത്രിവിമക്കാഴ്ചയുടേയോ സഹായത്തോടെ പ്രശ്നം എളുപ്പത്തിൽ പരിഹരിക്കാൻ കഴിയും. ഇടത്തെ അറ്റത്തെ കപ്പി ഏറ്റവും അകന്നും വലത്തെ അറ്റത്തേതു് ഏറ്റവും അടുത്തുമാണിരിക്കുന്നതെന്നു് വ്യക്തമായി കാണാം. കപ്പികളുടെ ശരിയായ വലിപ്പമാണു് വലത്തെ അറ്റത്തെ ഫോട്ടോയിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതു്.

ചിത്രം 130-ന്റെ താഴത്തെ നിരയിലെ ജോടി നമ്മെ അതിലേറെ അത്ഭുതപ്പെടുത്തും. രണ്ടു പൂച്ചട്ടികളും രണ്ടു മെഴുകുതിരിക്കാലുകളും കണ്ടാലൊരുപോലിരിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും അവയുടെ വലിപ്പത്തിൽ വലിയ വ്യത്യാസമുണ്ടു്. ഇടതുവശത്തെ ചട്ടിക്കു് വലതുവശത്തേതിന്റെ രണ്ടിരട്ടിയോളം പൊക്കമുണ്ടു്. എന്നാൽ ഇടതുവശത്തെ മെഴുകുതിരിക്കാലാകട്ടെ ഘടികാരത്തക്കൊളം വലതുവശത്തെ മെഴുകുതിരിക്കാലിനേക്കാളും വളരെ ചെറുതാണു്. ഒരേപോലെ തോന്നാനുള്ള കാരണമെന്തെന്നു് ത്രിവിമക്കാഴ്ച വെളിപ്പെടുത്തും. അവ ഒരു വരിയിലല്ല വച്ചിരിക്കുന്നതു്. പല ദൂരങ്ങളിലായിട്ടാണു്. വലിപ്പം കൂടിയവ കുറഞ്ഞവയേക്കാൾ അകലത്തിൽ വച്ചിരിക്കുന്നു. “ഏകനേത്രദർശന”ത്തെ അപേക്ഷിച്ചു് ത്രിവിമമായ “ദിനേത്രദർശന”ത്തിനുള്ള വമ്പിച്ച മെച്ചത്തിന്റെ നല്ലൊരു ദൃഷ്ടാന്തമാണിതു്.

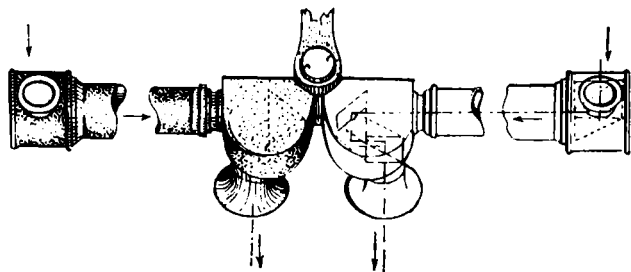
വ്യാജമാണോ എന്നു കണ്ടുപിടിക്കാനുള്ള എളുപ്പവഴി

രണ്ടു ചിത്രങ്ങൾ തികച്ചും ഒരുപോലെയാണെന്നു വിചാരിക്കുക. ഉദാഹരണത്തിനു് ഒരേ വലിപ്പത്തിലുള്ള രണ്ടു കറുത്ത ചതുരങ്ങൾ. സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിൽ അവ, രണ്ടിലേതിനോടും പരിപൂർണ്ണസാമ്യമുള്ള ഒരൊറ്റ കറുത്ത ചതുരമായി കാണപ്പെടും. രണ്ടു ചതുരങ്ങളുടേയും നടുക്കു് ഓരോ വെളുത്ത കത്തുണ്ടെങ്കിൽ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിലെ ചതുരത്തിന്റെ നടുക്കും ഒരു കത്തു കാണും. എന്നാൽ രണ്ടു ചതുരങ്ങളിൽ ഒന്നിലെ കത്തു് നടുക്കുനിന്നു് അല്പം മാറിയാൽ തികച്ചും അപ്രതീക്ഷിതമായ ഫലമാണുളവാകുക. സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിൽ അപ്പോഴും ഒരു കത്തുണ്ടായിരിക്കും. എന്നാൽ അതു് ചതുരത്തിലായിരിക്കുകയില്ല, അതിന്റെ മുമ്പിലോ പുറകിലോ ആയിരിക്കും. ഏറ്റവും ചെറിയ വ്യത്യാസംപോലും സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിൽ ത്രിമാനത്വം ഉളവാക്കുന്നു.

കള്ളനോട്ട കണ്ടുപിടിക്കാനുള്ള ഒരളപ്പവഴിയാണിത്. കള്ളനോട്ടെന്ന് സംശയമുള്ളത് നല്ല നോട്ടിനോടൊപ്പം സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിൽ വച്ചു നോക്കിയാൽ മതി. ഏറ്റവും നിസ്സാരമായ ഒരു വരവുത്യാസം പോലും തൽക്ഷണംതന്നെ കണ്ണിൽ പെടും. അത് നോട്ടിന്റെ മുമ്പിലോ പുറകിലോ ആയിട്ടായിരിക്കും കാണപ്പെടുക. (ഡബ് എന്നയാൾ 19-ാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ മദ്ധ്യത്തിൽ നിർദ്ദേശിച്ച ഈ മാർഗ്ഗം ഇക്കാലത്തെ നോട്ടുകളുടെ കാര്യത്തിൽ പ്രായോഗികമല്ല. നോട്ടടിക്കുന്ന വിധത്തിന്റെ കാരണങ്ങളാൽ നല്ല രണ്ടു നോട്ടുകൾ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിൽ വച്ചാലും പരന്നു കാണപ്പെടുകയില്ല. എങ്കിലും ഒരു പുസ്തകപേജിന്റെ രണ്ടു പ്രൃ ഫുകളുള്ളതിൽ ഒരേണ്ണം പുതുതായി അച്ചു നിറത്തി എടുത്തതാണെങ്കിൽ അവയെ വേർതിരിച്ചറിയാൻ ഈ മാർഗ്ഗം ഉപകരിക്കും.)

അതികായന്മാരുടെ കണ്ണുകളിലൂടെ

ഒരു വസ്തു വളരെ ദൂരത്തുണെങ്കിൽ, 450 മീറ്ററിനേക്കാൾ അകലെയാണെങ്കിൽ, ത്രിവിമതം അനുഭവപ്പെടുകയില്ല. നമ്മുടെ കണ്ണുകൾ തമ്മിലുള്ള ആറു സെന്റിമീറ്റർ അകലം 450 മീറ്റർ ദൂരവുമായി തട്ടിച്ചുനോക്കുമ്പോൾ നിസ്സാരമാണ്. അകലെയുള്ള കെട്ടിടങ്ങളും മലകളും പ്രകൃതിദൃശ്യങ്ങളുമെല്ലാം പരന്നായി തോന്നുന്നത് അതുകൊണ്ടാണ്. ഖഗോളങ്ങൾ ഒരേ ദൂരത്തിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നുവെന്നു തോന്നാനും ഇതാണ് കാരണം. എന്നാൽ വാസ്തവത്തിൽ ചന്ദ്രൻ ഗ്രഹങ്ങളേക്കാളും ഗ്രഹങ്ങൾ നക്ഷത്രങ്ങളേക്കാളും എത്രയോ അടുത്താണ് നിലകൊള്ളുന്നത്. പൊതുവിൽ 450 മീറ്ററിനപ്പുറം സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന യാതൊന്നിനും ഉച്ചാവചതം അനുഭവപ്പെടുകയില്ല. ഇടത്തേ കണ്ണും വലത്തേ കണ്ണും



ചിത്രം 131. ടെലിസ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പ്

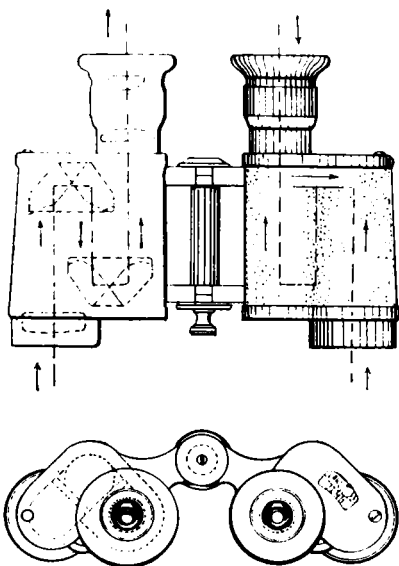
അവയെ കാണുന്നത് ഒരേ പോലെയായിരിക്കും. അതു കൊണ്ട് അത്ര ദൂരത്തിൽ എടുക്കുന്ന സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് ഫോട്ടോകൾ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിൽ ഉച്ചാവചനം ഉളവാക്കുകയില്ല.

എങ്കിലും എളുപ്പമായ ഒരു പോംവഴിയുണ്ട്. നമ്മുടെ കണ്ണുകൾ തമ്മിലുള്ളതിനേക്കാൾ അകലത്തിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന രണ്ടു ബിന്ദുക്കളിൽനിന്ന് വിദൂരവസ്തുക്കളുടെ ഫോട്ടോ എടുക്കുകയേ വേണ്ടൂ. നമ്മൾ അവയെ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിലൂടെ നോക്കിയാൽ കാണുന്നത്, നമ്മുടെ കണ്ണുകൾ രണ്ടും യഥാർത്ഥത്തിലുള്ളതിനേക്കാൾ അകന്നായിരുന്നെങ്കിൽ എങ്ങിനെ കാണുമായിരുന്നോ അതുപോലായിരിക്കും.

പ്രകൃതിദൃശ്യങ്ങളുടെ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് ചിത്രങ്ങൾ ഇങ്ങനെയാണെടുക്കുന്നത്. വലുതാക്കി കാണിക്കുന്ന (ഉത്തല) പ്രിസങ്ങളിലൂടെയാണ് അവയെ സാധാരണ നോക്കുന്നത്. അതുതാവഹമായ ക്യാമറയാണ് അപ്പോൾ ലഭിക്കുക.

ചുരുക്കമുള്ള പ്രകൃതിദൃശ്യത്തെ ഉച്ചാവചമായി കാണത്തക്കവണ്ണം രണ്ട് ദൂരദർശിനികളെ ഘടിപ്പിക്കാമെന്നു വായനക്കാർ ഊഹിച്ചു കാണും. ടെലിസ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന പ്രസ്തുത ഉപകരണത്തിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ളത് നമ്മുടെ കണ്ണുകൾ തമ്മിലുള്ളതിനേക്കാൾ അകലത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള രണ്ടു ദൂരദർശിനികളാണ് (ചിത്രം 131).

ടെലിസ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിലൂടെ നോക്കുമ്പോഴുളവാകുന്ന അനുഭൂതി വിവരിക്കാൻ വാക്കുകൾ പോരാ. അത്രയ്ക്കുസാധാരണമാണത്. പ്രകൃതിയാകെ രൂപാന്തരപ്പെടുന്നു. വിദൂരപർവ്വതങ്ങൾ എഴുന്നെത്തിക്കുന്നു. മരങ്ങൾ, പാറകൾ, കെട്ടിടങ്ങൾ, കടലിലെ കപ്പലുകൾ, എന്നുവേണ്ട, സർവ്വതും ത്രിമാനമായി കാണപ്പെടുന്നു. ഇപ്പോൾ ഒന്നും പരന്ന് നി



ചിത്രം 132. പ്രിസം ബൈനോക്കുലർ

ശ്വലമായി നിൽക്കുന്നില്ല. സാധാരണ ദൂരദർശിനിയിലൂടെ നോക്കിയപ്പോൾ ചക്രവാളത്തിലെ ഒരു നിശ്ചലബിന്ദുവായി കാണപ്പെട്ടിരുന്ന കപ്പൽ ഇപ്പോഴിതാ നീങ്ങുന്നു. ഇതിഹാസങ്ങളിലെ അതികായന്മാർ ചുറ്റുപാടുമുള്ള പ്രകൃതിയെ നോക്കിക്കണ്ടത് ഈവിധത്തിലായിരിക്കണം. ഉപകരണത്തിന് പത്തിരട്ടി ആവർധകശക്തിയും അതിന്റെ ലെൻസുകൾ തമ്മിലുള്ള ദൂരം നമ്മുടെ കണ്ണുകൾ തമ്മിലുള്ളതിന്റെ ആറിരട്ടിയും ($6.5 \times 6 = 39$ സെ. മീ.) ആണെങ്കിൽ വെറുംകണ്ണുകൊണ്ടു നോക്കുന്നതിനേക്കാൾ 60 മടങ്ങ് ഉച്ചാവചത്വം അനുഭവപ്പെടും. 25 കിലോമീറ്റർ അകലെയുള്ള വസ്തുക്കൾപോലും ഉച്ചാവചമായി കാണാൻ കഴിയും. ഭൂസർവ്വേയർമാർ, നാവികർ, പീരങ്കിഭടന്മാർ, സഞ്ചാരികൾ, ഇവർക്കെല്ലാം വലിയൊരു അനുഗ്രഹമാണ് ഈ ഉപകരണം. ഒരു ദൂരമാപികൂടിയുണ്ടെങ്കിൽ പറയാനുമില്ല.

പ്രിസംബൈനോക്കുലറും ഇതേ ഫലമാണുളവാക്കുന്നത്. അതിലും കണ്ണുകൾ തമ്മിലുള്ളതിനേക്കാൾ അകലത്തിലാണ് ലെൻസുകൾ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത് (ചിത്രം 132). നേരെ മറിച്ച് ഓപ്പറാഗ്ലാസിൽ ലെൻസുകൾ തമ്മിൽ അത്രയ്ക്കകലമില്ല. ഉച്ചാവചത്വം കുറയ്ക്കാനും അങ്ങിനെ സ്റ്റേജിലെ സെററിംഗും മറ്റും മനസ്സിൽ ഉദ്ദിഷ്ടമുദ്ര പതിപ്പിക്കാനും വേണ്ടിയാണത്.

പ്രപഞ്ചം സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിലൂടെ

നാം നമ്മുടെ ടെലിസ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിലൂടെ ചന്ദ്രനെയോ മറ്റേതെങ്കിലും ഖഗോളങ്ങളേയോ നോക്കിയാൽ യാതൊരു ഉച്ചാവചത്വവും അനുഭവപ്പെടുകയില്ല. അതിൽ അതുതവുമില്ല. കാരണം ഖഗോളീയദൂരങ്ങൾ ഇത്തരം ഉപകരണങ്ങളുടെ പരിധിയിൽ പെടുന്നതല്ല. ഭൂമിയും ഗ്രഹങ്ങളും തമ്മിലുള്ള ദൂരം വച്ചു നോക്കുമ്പോൾ രണ്ടു ലെൻസുകൾക്കിടയിലുള്ള മുപ്പതോ മുപ്പത്തഞ്ചോ സെന്റിമീറ്റർ ദൂരം നിസ്സാരമാണ്. രണ്ടു ദൂരദർശിനികൾ പരശ്വതം കിലോമീറ്ററുകൾ അകലെ സ്ഥാപിച്ചാൽപോലും ഫലമില്ല. കാരണം, കോടാനുകോടി കിലോമീറ്ററുകളകലെയൊണല്ലോ ഗ്രഹങ്ങൾ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത്.

ഇവിടെ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് ഫോട്ടോഗ്രാഫി നമ്മുടെ സഹായത്തിനെത്തുന്നു. നമ്മൾ ഒരു ഗ്രഹത്തിന്റെ ഒരു ഫോട്ടോ ഇന്നും മറ്റൊരു ഫോട്ടോ നാളെയും എടുത്തുവെന്നു വിചാരിക്കുക. ആ രണ്ടു ഫോട്ടോകളുമെടുത്തിരിക്കുന്നത് ഭൂഗോളത്തിലെ ഒരേ ബിന്ദുവിൽനിന്നാണെങ്കിലും സൗരയൂഥത്തിലെ രണ്ടു വ്യത്യസ്തബിന്ദുക്കളിൽനിന്നാണ്. കാര

ണം, 24 മണിക്കൂറുകൾക്കൊണ്ട് ഭൂമി അതിന്റെ കക്ഷ്യയിൽ ദശലക്ഷക്കണക്കിനു കിലോമീറ്റർ ദൂരം സഞ്ചരിച്ചിരിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ട് ആ രണ്ടു ഫോട്ടോകളും ഒരുപോലിരിക്കില്ല. അവയെ ഒരു സ്റ്റീരിയോ സ്കോപ്പിലൂടെ നോക്കിയാൽ കാണുന്ന ചിത്രം പരന്നതായിരിക്കില്ല, ഉച്ചാവചമായിരിക്കും.

ഭൂമിയുടെ കക്ഷീയഗതിമൂലമാണ് നമുക്ക് ഖഗോളങ്ങളുടെ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് ഫോട്ടോ എടുക്കാൻ കഴിയുന്നത്. കണ്ണുകൾ രണ്ടും പരസ്പരം ദശലക്ഷക്കണക്കിനു കിലോമീറ്റർ അകന്നിരിക്കത്തക്കവണ്ണം വലിയ തലയുള്ള ഒരു അതികായനെ സങ്കല്പിച്ചുനോക്കുക. അപ്പോൾ ഇത്തരം സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് ഫോട്ടോഗ്രാഫിയിലൂടെ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നേടുന്ന അസാധാരണപ്രഭാവത്തെക്കുറിച്ചൊരു രൂപം കിട്ടും. ചന്ദ്രനിലെ പർവ്വതങ്ങളുടെ ഉയരമളക്കാൻപോലും ശാസ്ത്രജ്ഞർക്കു കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. അത്രയ്ക്കു വ്യക്തമായ ഉച്ചാവചചിത്രങ്ങളാണ് ചന്ദ്രന്റെ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് ഫോട്ടോകൾ നൽകിയിട്ടുള്ളത്. ഏതോ ഭീമശില്പിയുടെ മാതൃക ഉളി പരന്ന് നിർജീവമായ ചാന്ദ്രികദൃശ്യങ്ങളെ ചൈതന്യവത്താക്കിയോ എന്നു തോന്നിപ്പോകും.

ചൊവ്വ, വ്യാഴം എന്നീ ഗ്രഹങ്ങളുടെ കക്ഷ്യകൾക്കിടയിൽ ചുറ്റിത്തിരിയുന്ന ആസ്റ്ററോയിഡുകളെ (ക്ഷുദ്രഗ്രഹങ്ങളെ) കണ്ടെത്താൻ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പ് ഇന്ന് ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടുവരുന്നു. അവയിലൊരണ്ണും കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയുന്നത് ഒരു അപൂർവ്വഭാഗ്യമായിട്ട് ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കുറച്ചുകാലം മുന്പുപോലും കരുതിപ്പോന്നിരുന്നു. എന്നാലിന്ന് സ്പേസിലെ ആ ഭാഗത്തിന്റെ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് ഫോട്ടോകൾ വീക്ഷിച്ചാൽ മതി. ആസ്റ്ററോയ്ഡ് സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിൽ തൽക്ഷണംതന്നെ വെളിപ്പെടും. അത് 'എഴുന്നെൽക്കും.'

ഖഗോളങ്ങളുടെ സ്ഥാനങ്ങളിലുള്ള വ്യത്യാസം മാത്രമല്ല, അവയുടെ ദീപ്തിയിലുള്ള വ്യത്യാസവും സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിലൂടെ നമുക്ക് കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയും. കാലാകാലമായി ചഞ്ചലിക്കുന്ന പ്രകാശത്തോടുകൂടിയ 'പരിവർത്തി'നക്ഷത്രങ്ങൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നവയെ കണ്ടുപിടിക്കാനുള്ള സൗകര്യപ്രദമായ ഒരു മാർഗ്ഗമാണിത്. ആകാശത്തിന്റെ രണ്ടു ഫോട്ടോകളിൽ ഏതെങ്കിലുമൊരു നക്ഷത്രം ഒരേ ദീപ്തിയോടെയല്ലാതെ ഉണ്ടെങ്കിൽ ആ നക്ഷത്രമേതെന്ന് സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിലൂടെ നോക്കുമ്പോൾ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞൻ തൽക്ഷണം മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയും.

അരോമെഡ, റിയോൺ എന്നീ നെബുലകളുടെ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് ഫോട്ടോകളെടുക്കാനും കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. അത്തരം ഫോട്ടോകളെടുക്കാനാവശ്യമായ വലിപ്പം സൗരയൂഥത്തിനില്ലാത്തതുകൊണ്ട് നക്ഷ

രൂപമാക്കിയെടുത്ത അതിന്റെ വിസ്താപനത്തെ ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പ്രയോജനപ്പെടുത്തി. ഈ ചലനം മൂലമാണ് നാമെപ്പോഴും നക്ഷത്രപ്രപഞ്ചത്തെ പുതിയപുതിയ ബിന്ദുക്കളിൽനിന്നു കാണുന്നത്. വേണ്ടത്ര നീണ്ട ഒരു കാലയളവിൽ ഈ വ്യത്യാസം ഒരു ക്യാമറയ്ക്കു പിടിച്ചെടുക്കാൻ കഴിഞ്ഞെന്നു വരും. അപ്പോൾ നമുക്ക് ആ രണ്ടു ഫോട്ടോകളേയും ഒരു ത്രിവിമജോടിയാക്കി സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിലൂടെ നോക്കാൻ കഴിയും.

മുക്കുൾ കാഴ്ച

മൂന്നു കണ്ണുകൾകൊണ്ടു കാണുകയോ? മൂന്നാമതൊരു കണ്ണുണ്ടാകാൻ സാധ്യമാണോ?

നമുക്ക് മൂന്നാംകണ്ണു തരാൻ ശാസ്ത്രത്തെക്കൊണ്ടാവില്ല. എന്നാൽ ഒരു മുക്കുണ്ണൻ ഒരു വസ്തുവിനെ എങ്ങിനെ കാണുന്നുവോ അതേപോലെ നമുക്കും കാണാനുള്ള അതുതരഗതി നമുക്കു തരാൻ അതിനു കഴിയും. സാധാരണഗതിയിൽ അനുഭവപ്പെടാത്തതും അനുഭവപ്പെടാൻ സാധ്യമല്ലാത്തതുമായ ഉച്ചാവചനം, ഒരു ഒറ്റക്കണ്ണുന്ന് സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് ഫോട്ടോകളിൽനിന്നു ലഭിക്കാൻ സാധ്യമാണെന്ന് ആദ്യമേതന്നെ പറഞ്ഞുകൊള്ളട്ടെ. അതിന് വലത്തേയും ഇടത്തേയും കണ്ണുകളെ ഉദ്ദേശിച്ചുള്ള ഫോട്ടോകൾ ഒന്നിനൊന്നു പുറകെ അതിവേഗം ഒരു സ്ക്രീനിൽ കാണിച്ചാൽ മതി. നമ്മൾ ഇരുകണ്ണുകളുംകൊണ്ട് ഒരേ സമയത്തു കാണുന്നതെന്തോ അത് ഒരൊറ്റക്കണ്ണൻ ദൂതഗതിയിലുള്ള അനുകൂലമായി കാണുന്നു. ഫലം ഒന്നുതന്നെയാണ്. കാരണം, ഒരേ സമയത്തു കാണപ്പെടുന്ന രണ്ടു പ്രതിബിംബങ്ങളെപ്പോലെതന്നെ ഒന്നിനൊന്നു പുറകെ അതിവേഗം മാറുന്നവയും ഒരൊറ്റ പ്രതിബിംബമായി ഒന്നിച്ചു ചേരുന്നു. (നമുക്കു ചിലപ്പോൾ അതുതരമായി അനുഭവപ്പെടുന്ന ചലച്ചിത്രങ്ങളുടെ "ആഴ്"ത്തിന്, മുന്പുപറഞ്ഞ കാരണങ്ങൾക്കു പുറമെ ഇതുമാത്രം കാരണമാവാം. ഫിലിം-വൈൻഡറിന്റെ പ്രവർത്തനംകൊണ്ട് പലപ്പോഴും സംഭവിക്കാറുള്ളതുപോലെ ചലച്ചിത്രക്യാമറ ഒരേ താളക്രമത്തിൽ ആടുകയാണെങ്കിൽ സ്റ്റിപ്പുകൾ ഒരുപോലായിരിക്കില്ല. അവ ദൂതാനുകൂലത്തിൽ സ്ക്രീനിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുമ്പോൾ ത്രിമാന പ്രതിബിംബത്തിന്റെ പ്രതീതിയുളവാക്കുന്നു.)

അങ്ങിനെയാണെങ്കിൽ രണ്ടു കണ്ണുള്ള ഒരാൾക്ക് അതിവേഗം മാറുന്ന രണ്ടു ഫോട്ടോകൾ ഒരു കണ്ണുകൊണ്ടും വേറൊരു കോണിൽനിന്നെടുത്ത മൂന്നാമതൊരു ഫോട്ടോ മറ്റൊരു കണ്ണുകൊണ്ടും കാണാൻ കഴിയുകയില്ലേ? കഴിയും. അതിവേഗം മാറുന്ന സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് ജോടിയിൽ

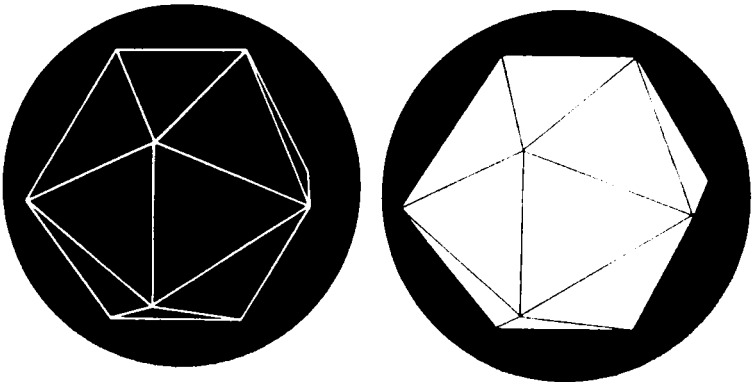
നിന്നുള്ള ഉച്ചാവചമായ ഒരൊറ്റ പ്രതിബിംബത്തെ ഒരു കണ്ണു കാണുമ്പോൾ മറ്റേ കണ്ണു മൂന്നാമത്തെ ഫോട്ടോ നോക്കുന്നു. ഈ 'മുക്കൻ കാഴ്ച' ഉച്ചാവചത്വത്തിന്റെ മാറ്റം അങ്ങേയറ്റം കൂടുന്നു.

സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് തിളക്കം

ഒരു ബഹുഫലകജോടിയുടെ സ്റ്റീരിയോഫോട്ടോയാണ് ചിത്രം 133-ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്. ഒരേണ്ണം കറുത്ത പശ്ചാത്തലത്തിൽ വെളുത്തും മറ്റേത് വെളുത്ത പശ്ചാത്തലത്തിൽ കറുത്തുമിരിക്കുന്നു. സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിലൂടെ നോക്കുമ്പോൾ അവ എങ്ങിനെയിരിക്കും? ഫെലം ഫോൾത്സ് പറയുന്നു:

“സ്റ്റീരിയോജോടിയിലൊന്നിൽ വെളുത്ത പ്രതലവും മറ്റേതിൽ കറുത്ത പ്രതലവുമാണെങ്കിൽ, പടമുള്ള കടലാസിന് മിന്നമിനുപ്പില്ലെങ്കിൽപോലും രണ്ടിന്റേയും കൂടിയുള്ള പ്രതിബിംബം തിളങ്ങുകയാണെന്നു തോന്നും. ക്രിസ്റ്റലുകളുടെ മോഡലുകളുടെ ഇത്തരം സ്റ്റീരിയോഡ്രായിംഗുകൾ തിളങ്ങുന്ന ഗ്രാഫൈറ്റിന്റെ പ്രതീതി ജനിപ്പിക്കും. ഇങ്ങനെ ചെയ്യുമ്പോൾ സ്റ്റീരിയോഫോട്ടോകളിൽ വെളുത്തതിന്റേയും ഇലപ്പടർപ്പുകളുടേയും മാറ്റം തിളക്കം കൂടുതൽ പ്രകടമായിരിക്കും.”

“ജ്ഞാനേന്ദ്രിയങ്ങളുടെ ക്രിയാവിജ്ഞാനം. കാഴ്ച” (1867) എന്ന പുസ്തകത്തിൽ വിശുദ്ധരഷ്യൻശരീരശാസ്ത്രജ്ഞനായ സെച്ചെനൊവ് ഈ പ്രതിഭാസത്തിന് നല്ലൊരു വ്യാഖ്യാനം നൽകുന്നുണ്ട്:



ചിത്രം 133. സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് തിളക്കം. സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിലൂടെ നോക്കിയാൽ ഈ ജോടി കറുത്ത പശ്ചാത്തലത്തിൽ വെട്ടിത്തിളങ്ങുന്ന ഒരു ക്രിസ്റ്റലിന്റെ പ്രതീതി ജനിപ്പിക്കും.

“വ്യത്യസ്തമായി വെളിച്ചം വീണിട്ടുള്ളതോ ചായമടിച്ചിട്ടുള്ളതോ ആയ പ്രതലങ്ങളുടെ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് സംയോജനം കൃത്രിമമായി ഉളവാക്കുന്ന പരീക്ഷണങ്ങൾ, നമ്മൾ തിളങ്ങുന്ന വസ്തുക്കളെ കാണുമ്പോഴുള്ള യഥാർത്ഥസാഹചര്യങ്ങളെ ആവർത്തിക്കുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. ഒരു മങ്ങിയ പ്രതലവും മിനുത്തു തിളങ്ങുന്ന പ്രതലവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമെന്താണ്? ആദ്യത്തേത് പ്രകാശത്തെ പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്നത് അതിനെ എല്ലാ വശത്തേക്കും വിസരിച്ചുകൊണ്ടാണ്. അതുകൊണ്ടാണ് ഏതു വശത്തുനിന്നു നോക്കിയാലും അതിൽ ഒരേപോലെ വെളിച്ചമടിക്കുന്നുവെന്നു തോന്നുന്നത്. മിനുക്കിയ പ്രതലമാകട്ടെ, ഒരൊറ്റ ദിശയിൽ മാത്രമേ പ്രകാശത്തെ പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്നുള്ളൂ. അതുകൊണ്ട് അത്തരം പ്രതലത്തിൽ നോക്കുന്ന ഒരാൾക്ക് ഒരു കണ്ണിൽ ധാരാളം പ്രതിഫലിതകിരണങ്ങൾ ലഭിച്ചെന്നും മറേ കണ്ണിൽ ഏതാണ്ടോന്നുംതന്നെ ലഭിച്ചില്ലെന്നും വരാവുന്നതാണ് (വെളുത്തതും കറുത്തതുമായ തലങ്ങളുടെ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് സംയോജനത്തിന് അനുരൂപമായ സാഹചര്യങ്ങൾ ഇവയല്ലാതെ മറ്റെന്തെങ്കിലും). മിനുത്തുതിളങ്ങുന്ന പ്രതലങ്ങളിൽ നോക്കുമ്പോൾ പ്രതിഫലിതകിരണങ്ങൾ നിരീക്ഷകന്റെ ഇരുകണ്ണുകളിലും അസമമായി പതിയുന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ ഉണ്ടാവാതിരിക്കില്ല.

“അങ്ങിനെ പ്രതിബിംബങ്ങളുടെ സംയോജനക്രിയയിൽ അനുഭവത്തിനാണ് ഏറ്റവും വലിയ പങ്കെന്ന് സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് തിളക്കം തെളിയിക്കുന്നു. ദൃശ്യക്ഷേത്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസത്തെ യഥാർത്ഥദർശനത്തിന്റെ ഏതെങ്കിലും സുപരിചിത ദൃഷ്ടാന്തവുമായി ബന്ധപ്പെടുത്താൻ അനുഭവസജമായ ദർശനോപകരണത്തിനു കഴിയുന്ന മാത്രയിൽ അവ തമ്മിലുള്ള സംഘട്ടനം ഒരു സുദൃഢധാരണയ്ക്കു വഴിമാറിക്കൊടുക്കുന്നു.”

അപ്പോൾ, നമ്മൾ തിളക്കം കാണാനുള്ള കാരണം (ചുരുങ്ങിയത് ഒരു കാരണമെങ്കിലും) നമ്മുടെ ഇരുകണ്ണുകളിലേയും പ്രതിബിംബങ്ങളുടെ ദീപ്തിയിലുള്ള വ്യത്യാസമാണ്. സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക്തലമായിരുന്നെങ്കിൽ നമുക്കിത് ഊഹിക്കാൻ കഴിയുമായിരുന്നോ എന്നു സംശയമാണ്.

തീവണ്ടിജാലകത്തിലൂടെയുള്ള കാഴ്ച

ഒരേ വസ്തുവിന്റെ അതിവേഗം മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന വ്യത്യസ്തപ്രതിബിംബങ്ങൾ ഒന്നിച്ചുചേരുമ്പോൾ ഉച്ചാവചന്തപ്രതീതി ഉളവാക്കുമെന്നു നേരത്തേ പറയുകയുണ്ടായല്ലോ. നമ്മൾ അന്നങ്ങാതെ നിൽക്കുമ്പോൾ

കൈ പ്രതിബിംബങ്ങൾ അനങ്ങുമ്പോൾ മാത്രമേ ഇതു സംഭവിക്കുകയുള്ളൂ? അതോ, പ്രതിബിംബങ്ങൾ അനങ്ങാതിരിക്കെ നമ്മൾ അനങ്ങുമ്പോഴും അതു സംഭവിക്കുമോ? ഉവ്വ്, അപ്പോഴും അതേ പ്രതിതി ഉളവാകുന്നു. ഒരു എക്സ്‌പ്രസ്സ് തീവണ്ടിയിൽനിന്ന് എടുത്ത ചലച്ചിത്രംഗങ്ങൾക്ക് അസാമാന്യവ്യക്തതയാർന്ന ഉച്ചാവചര്യം അനുഭവപ്പെടാറുണ്ടെന്ന് നിങ്ങളിൽ പലരും ശ്രദ്ധിച്ചിരിക്കും. അവ ഒരു സ്റ്റീരിയോ സ്ക്രോപ്പിലൂടെ കാണുന്നതുപോലിരിക്കും. അതിവേഗം പായുന്ന തീവണ്ടിയിലോ കാരിലോ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ വേണ്ടത്ര ശ്രദ്ധിച്ചു നോക്കിയാൽ നമുക്കുതന്നെ നേരിട്ട് അനുഭവപ്പെടുന്നതാണിത്. പ്രകൃതിദൃശ്യങ്ങൾക്ക് വ്യക്തമായൊരു ഉച്ചാവചര്യം കൈവരുന്നു. മുൻഭാഗം പിൻഭാഗത്തിൽനിന്ന് എടുത്തുനിൽക്കുന്നു. നമ്മുടെ കണ്ണുകളുടെ “സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് സീമ” നിശ്ചലനയനങ്ങളുടെ വീക്ഷണപരിധിയായ 450 മീറ്ററിനേക്കാൾ ഗണ്യമായി കവിയുന്നു.

ഒരു എക്സ്‌പ്രസ്സ് ട്രെയിനിന്റെ ജനാലയിലൂടെ നോക്കുമ്പോൾ സുഖം തോന്നുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണെന്ന് ഇപ്പോൾ മനസ്സിലായില്ലേ? വിദൂരവസ്തുക്കൾ പിൻവാങ്ങുന്നു. നമ്മുടെ കൺമുഖിൽ ചുരുങ്ങിപ്പോകുന്ന പ്രകൃതിദൃശ്യത്തിന്റെ വിശാലത നമുക്കു വ്യക്തമായി അനുഭവപ്പെടുന്നു. കാട്ടിന്റെ നടുവിലൂടെയാണു പോകുന്നതെങ്കിൽ ഓരോ മരവും കൊമ്പും ഇലയും നാം ത്രിവിമമായി കാണുന്നു. ഒരു നിശ്ചലനിരീക്ഷകന്റെ കൺമുഖിലാകട്ടെ, അവയെല്ലാം കൂടി ഒന്നിച്ചു് ഒരൊറ്റ പരന്ന ചിത്രമായിത്തീരുകയാണു ചെയ്യുന്നത്. മലമ്പാതയിലൂടെ അതിവേഗം കാരോടിച്ചപോകുമ്പോഴും കുന്നുകളും താഴ്വരകളുമെല്ലാംതന്നെ അനുഭവവേദ്യമായ ചൈതന്യം ആർജ്ജിക്കുന്നു.

ഇതെല്ലാം ഒറ്റക്കണ്ണന്മാർക്കും അനുഭവപ്പെടും. നേരത്തേ പറഞ്ഞതുപോലെ അതിവേഗം മാറിവരുന്ന പ്രതിബിംബങ്ങൾ ഉച്ചാവചര്യപ്രതിതി ഉളവാക്കുമെന്നതുകൊണ്ട് അവരെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം തികച്ചും ആനന്ദമായ ഒരനുഭൂതിയായിരിക്കും ഇത്. (വളവു തിരിഞ്ഞുപോകുന്ന തീവണ്ടിയിൽനിന്നെടുത്ത ചലച്ചിത്രദൃശ്യങ്ങൾ പ്രകടമായ സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിക് പ്രഭാവം ഉളവാക്കാൻ ഇതാണു കാരണം. വളവിന്റെ വ്യാസാർദ്ധത്തിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ദൃശ്യങ്ങളാണല്ലോ അപ്പോൾ ക്യാമറയിലേക്കു പകർത്തുന്നത്. ചലച്ചിത്രഫോട്ടോഗ്രാഫർമാർക്ക് സുപരിചിതമാണു് ഈ “റെയിൽപ്പാളപ്രഭാവം.”)

ഞാൻ ഇപ്പറഞ്ഞതെല്ലാം ശരിയാണോ എന്നു പരീക്ഷിച്ചുനോക്കാൻ വളരെ എളുപ്പമാണു്. കാരിലോ തീവണ്ടിയിലോ പോകുമ്പോൾ നാം അങ്ങേയറ്റം ശുഷ്കാന്തിയോടെ കാഴ്ചകൾ കാണണമെന്നു മാത്രം. ആവർഷം മുമ്പു് ഡോവിന്റെ ശ്രദ്ധയിൽപ്പെട്ട അതുതാവഹ

മായ മറ്റൊരു വസ്തുതയുണ്ട് (മറന്നുകിടക്കുന്ന എന്തിനും ഒരു പുതുമയുണ്ടല്ലോ!). ജനാലയ്ക്കടുത്തുകൂടി മിന്നിമറയുന്ന വസ്തുക്കൾക്ക് വലിപ്പം കാഞ്ഞതുപോലെ തോന്നുന്നുവെന്നതാണ്. ഇതിന് സ്റ്റീരിയോട്രോപ്പിക് കാഴ്ചയുമായി വലിയ ബന്ധമൊന്നുമില്ല. അതിവേഗം കടന്നുപോകുന്നതുകൊണ്ട് അവ അടുത്താണെന്നും നാം തെറ്റിദ്ധരിക്കുന്നു. കൂടുതലടുത്തു കാണപ്പെടുന്ന ഒരു വസ്തു യഥാർത്ഥത്തിൽ സാധാരണയിലും ചെറുതായിരിക്കുമെന്നും എന്നാലേ അത് എപ്പോഴത്തേയും പോലെ വലുതായി തോന്നുകയുള്ളുവെന്നും ഉപബോധമനസ്സ് നമ്മോടു പറയുന്നു. ഫെലിംഫോൽറാസിന്റെ വിശദീകരണം ഇതാണ്.

നിറമുള്ള കണ്ണടയിലൂടെ നോക്കുമ്പോൾ

ചുവന്ന ചില്ലുള്ള കണ്ണടയിലൂടെ ഒരു വെളുത്ത കടലാസിലെ ചുവന്ന അക്ഷരങ്ങൾ നോക്കിയാൽ വെറും ചുവന്ന പശ്ചാത്തലമല്ലാതെ മറ്റൊന്നും കാണുകയില്ല. അക്ഷരങ്ങൾ അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു. അവ ചുവന്ന പശ്ചാത്തലത്തിൽ ലയിക്കുന്നു. എന്നാൽ അതേ ചുവന്ന ചില്ലിലൂടെ വെളുത്ത കടലാസിലെ നീല അക്ഷരങ്ങൾ നോക്കുക. അക്ഷരങ്ങൾ വ്യക്തമായി കറുത്ത നിറത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു. പശ്ചാത്തലം ചുവന്നതുതന്നെ. കുറുപ്പായത് എന്തുകൊണ്ടാണ്? കാരണം ലളിതമാണ്. ചുവന്ന ചില്ലിലൂടെ നീല രശ്മികൾ കടക്കുകയില്ല. ചുവന്ന രശ്മികൾ മാത്രം കടക്കുന്നതുകൊണ്ടാണല്ലോ ചുവന്ന ചില്ലായത്. അതുകൊണ്ട് നീല അക്ഷരങ്ങൾക്കു പകരം നമ്മൾ കാണുന്നത് പ്രകാശത്തിന്റെ അഭാവമാണ്. എന്നുവെച്ചാൽ കറുത്ത അക്ഷരങ്ങൾ.

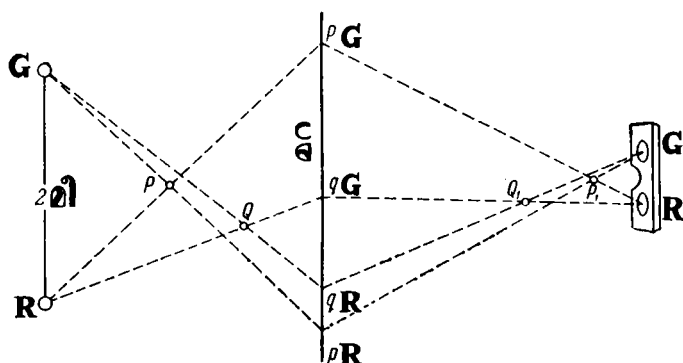
നിറമുള്ള ചില്ലിന്റെ ഈ സവിശേഷതതന്നെയാണ് "അനാഗ്രിഫ് കൾ" എന്നറിയപ്പെടുന്നവയുടെ അടിസ്ഥാനം. സ്റ്റീരിയോട്രോപ്പിക് ഫോട്ടോകളുടെ അതേ പ്രതീതിതന്നെയാണ് അവയും ഉളവാക്കുന്നത്. വലതും ഇടതും കണ്ണുകൾക്കായുള്ള രണ്ട് പ്രതിബിംബങ്ങൾ ഒന്നിനൊന്നു മീതെ പതിയുന്നു. എന്നാൽ ഈ പ്രതിബിംബങ്ങൾ ഓരോന്നും ഓരോ നിറമാണ്—നീലയും ചുവപ്പും.

ഈ രണ്ടു പ്രതിബിംബങ്ങളേയും ഒന്നിച്ചുചേർത്ത് കറുത്ത ഒരൊറ്റ ഉച്ചാവചപ്രതിബിംബമായി കാണാൻ അവയെ നിറമുള്ള ചില്ലുകളിലൂടെ നോക്കിയാൽ മതിയാകും. വലതുകണ്ണ് അതിനുദ്ദേശിച്ചിട്ടുള്ള നീല പ്രതിബിംബത്തെ ചുവന്ന ചില്ലിലൂടെ നോക്കുമ്പോൾ കറുത്ത നിറത്തിൽ കാണുന്നു. ഇടതുകണ്ണ് അതിനുദ്ദേശിച്ചിട്ടുള്ള ചുവന്ന പ്രതിബിംബത്തെ നീല ചില്ലിലൂടെ നോക്കുമ്പോൾ അതും പ്രതിബിംബത്തെ കറു

അ നിറത്തിൽ കാണുന്നു. ഓരോ കണ്ണും അതിനുഭേദിക്കപ്പെട്ട പ്രതിബിംബം മാത്രമേ കാണുന്നുള്ളൂ. സ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിന്റെ അതേ തത്വം. അതുകൊണ്ട് ഫലവും ഒന്നുതന്നെ: ഉച്ചാവചതപ്രതീതി.

“അതുതനിഴൽച്ചിത്രങ്ങൾ”

ഒരു കാലത്തു് സിനിമാശാലകളിൽ പ്രദർശിപ്പിച്ചിരുന്ന “അതുതനിഴൽച്ചിത്രങ്ങൾ”ക്കു് ആധാരമായിട്ടുള്ളതും ഇതേ തത്വംതന്നെയാണു്. ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾ സ്ക്രീനിൽ വീഴ്ത്തുന്ന നിഴലുകൾ, വ്യത്യസ്തനിറങ്ങളുള്ള ചിലകളിലൂടെ നോക്കുമ്പോൾ ത്രിമാനമായി കാണപ്പെടുന്നു. ദ്വിവർണ്ണസ്റ്റീരിയോസ്കോപ്പിയാണു് ഈ പ്രതീതി ജനിപ്പിക്കുന്നതു്. ചുവപ്പും പച്ചയും നിറത്തിലുള്ള രണ്ടു പ്രകാശസ്രോതസ്സുകൾ അടുത്തടുത്തായി വെച്ചിരിക്കുന്നു. അവയ്ക്കും സ്ക്രീനിനുമിടയ്ക്കാണു് നിഴൽച്ചിത്രത്തിനാവശ്യമായ വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം. നിറമുള്ള രണ്ടു നിഴലുകൾ ഒന്നിനുമീതെ ഒന്നായി വീഴുന്നു. കാണികൾ ആ നിഴലുകളെ നിറമുള്ള ചിലകളിലൂടെ കാണുന്നു.



ചിത്രം. 134. “അതുതനിഴൽച്ചിത്ര”ത്തിന്റെ രഹസ്യം.

അവ ഉളവാക്കുന്ന ത്രിമാനപ്രതീതി അങ്ങേയറ്റം രസകരമാണു്. ഓരോ സാധനങ്ങൾ നമ്മുടെ നേരെ പാഞ്ഞുവരികയാണെന്നു തോന്നും. നമ്മുടെ നേരെ ഇഴഞ്ഞടുക്കുന്ന കൂറ്റൻ എട്ടുകാലിയെ കണ്ടു് നാം ഭയന്നു ഞെട്ടുന്നു, നിലവിളിക്കുന്നു. ഇതിനാവശ്യമായ ഉപകരണം അ

ങ്ങേയറം ലളിതമാണ്. അതിന്റെ ഒരു രൂപമാണ് ചിത്രം 134-ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്. ഇടത്തെ അറ്റത്തെ G, R, എന്നിവ പച്ചയും ചുവപ്പും വിളക്കുകളാണ്. അവയ്ക്കും സ്ക്രീനിനുമിടയ്ക്കു വച്ചിട്ടുള്ള വസ്തുക്കളാണ് P-യും Q-യും. pG, qG, pR, qR എന്നിവ ആ രണ്ടു വസ്തുക്കളും സ്ക്രീനിൽ വീഴ്ത്തുന്ന നിഴലുകളാണ്. വ്യത്യസ്തനിറങ്ങളുള്ള (G-പച്ച, R-ചുവപ്പ്) ചിലകളിലൂടെ നോക്കുന്ന പ്രേക്ഷകൻ ആ നിഴലുകൾ കാണുന്നത് P_1 , Q_1 , എന്നീ സ്ഥാനങ്ങളിലാണ്. സ്ക്രീനിന്റെ പിന്നിലുള്ള 'എട്ടുകാലി'യെ Q-ൽനിന്നു P-യിലേക്കു മാറ്റുമ്പോൾ പ്രേക്ഷകൻ വിചാരിക്കും. അത് Q_1 -ൽനിന്നു P_1 -ലേക്കു ഇഴഞ്ഞുവരികയാണെന്നു്.

പൊതുവിൽ, സ്ക്രീനിന്റെ പിന്നിലുള്ള വസ്തുവിനെ പ്രകാശസ്രോതസ്സിന്റെ അടുത്തേക്കു നീക്കുകയും അങ്ങിനെ സ്ക്രീനിലെ നിഴൽ വലുതാകാനിടയാക്കുകയും ചെയ്യുന്ന ഓരോ അവസരത്തിലും വസ്തു സ്ക്രീനിൽനിന്നു തന്റെ നേരെ വരുന്നതുപോലെയാണ് പ്രേക്ഷകനു തോന്നുന്നത്. സ്ക്രീനിൽനിന്നു തന്റെ നേർക്കടുക്കുന്നുവെന്നു പ്രേക്ഷകനു തോന്നുന്ന സർവ്വതും വാസ്തവത്തിൽ—സ്ക്രീനിന്റെ മറുവശത്തു്—നേരെ എതിർദിശയിലാണു്, സ്ക്രീനിൽനിന്നു് പ്രകാശസ്രോതസ്സിന്റെനേരെയൊണ്, നീങ്ങുന്നത്.

അപ്രതീക്ഷിതമായ വർണ്ണാന്തരണങ്ങൾ

ലെനിൻഗ്രാഡിലെ ഒരു പാർക്കിൽ 'ശാസ്ത്രകൗതുക പവിലിയണി'ൽ നടത്തിയ വിജ്ഞാനപ്രദമായ ഒരു പരീക്ഷണപരമ്പരയെപ്പറ്റി ഇവിടെ പ്രതിപാദിക്കുന്നത് ഉചിതമായിരിക്കുമെന്നു തോന്നുന്നു. പവിലിയണിന്റെ ഒരു കോണു് ഒരു സ്വീകരണമുറിയുടെ മട്ടിൽ അലങ്കരിച്ചിരുന്നു. കസേരാദികൾ കടംഓറഞ്ചുനിറത്തിലുള്ള തുണികൊണ്ടു മുടിയിരുന്നു. പച്ചവിരിപ്പിട്ട മേശപ്പുറത്തു് ക്രാൻബറി പഴനീർ നിറച്ച ഒരു സ്പടികപ്പാത്രവും ഒരു പുച്ചട്ടിയും ഇരുന്നിരുന്നു. പുറംചട്ടയിന്മേൽ പല നിറങ്ങളിൽ പേരെഴുതിയ പുസ്തകങ്ങൾ ഒരു ഷെൽഫിൽ അടുക്കിവെച്ചിരുന്നു.

സന്ദർശകർ ആദ്യം മുറി കണ്ടതു് സാധാരണ വെളുത്ത വൈദ്യുത വെളിച്ചത്തിലാണു്. അതണച്ചു് പകരം ചുവന്ന വെളിച്ചം തെളിച്ചപ്പോൾ ഓറഞ്ചു മുടികൾ പാടലവർണ്ണവും പച്ച മേശവിരിപ്പു് കടുംവയലറുനിറവും ആർജ്ജിച്ചു. ക്രാൻബറിനീരു് നിറം പോയി വെള്ളംപോലെ തോന്നിച്ചു. പൂക്കളുടെ നിറവും മാറി. പുസ്തകങ്ങളിന്മേലുള്ള ചില

പേരുകൾ പാടേ മാഞ്ഞു. ചുവപ്പിനു പകരം പച്ച വെളിച്ചം തെളിച്ചപ്പോൾ മുറി വീണ്ടും തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയാത്തവണ്ണം മാറിപ്പോയി.

ഈ മാത്രികവർണ്ണാന്തരണങ്ങൾ നൂട്ടന്റെ വർണ്ണസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ നല്ല ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. വലിച്ചെടുക്കുന്ന കിരണങ്ങളുടെ നിറത്തേക്കാൾ വിസരിക്കുന്ന കിരണങ്ങളുടെ നിറമായിരിക്കും ഒരു പ്രതലത്തിന് എപ്പോഴുമുള്ളത് എന്നതാണ് ആ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ സാരം. നൂട്ടന്റെ നാടുകാരനും പ്രസിദ്ധബ്രിട്ടീഷ് ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞനുമായ ജോൺ ടിൻഡാൽ ഇങ്ങനെ പറയുന്നു:

“ഇരുട്ടുള്ള മുറിയിൽ കറുത്ത പച്ചിലകളുടെ മേൽ വീശുന്ന വെളുത്ത പ്രകാശപുഞ്ചത്തിന്റെ പാതയിൽ വയലറുമിറങ്ങിയിട്ടുള്ള ഒരു ചിപ്പ് പിടിക്കുകയും മാറുകയും ചെയ്യുമ്പോൾ പച്ചയിൽനിന്നു ചുവപ്പിലേക്കും ചുവപ്പിൽനിന്നു പച്ചയിലേക്കുമുള്ള പെട്ടെന്നുള്ള മാറ്റങ്ങൾ അതുതകരമാണ്.”

വെളുത്ത വെളിച്ചത്തിൽ പച്ച വിരിപ്പ് പച്ചയായി കാണപ്പെടാനുള്ള കാരണം, അത് പ്രധാനമായും സ്പെക്ട്രത്തിലെ പച്ചയും അതിനടുത്തുള്ളതുമായ കിരണങ്ങളെ വിസരിക്കുകയും ശേഷമുള്ളവയിൽ ഒട്ടുമിക്കാലും കിരണങ്ങളെ വലിച്ചെടുക്കുകയും ചെയ്യുന്നുവെന്നതാണ്. ചുവപ്പും വയലറും കലർന്ന ഒരു വെളിച്ചം ആ പച്ച വിരിപ്പിന്മേൽ വീശിയാൽ വിരിപ്പ് വയലറുമാത്രം വിസരിക്കുകയും ചുവപ്പ് ഒട്ടുമിക്കാലും വലിച്ചെടുക്കുകയും അങ്ങിനെ കടംവയലറായിത്തീരുകയും ചെയ്യും. മുറിയിൽ നടന്ന മറെറൊരു വർണ്ണാന്തരണങ്ങളും സംഭവിച്ചത് മുഖ്യമായും ഇങ്ങനെയാണ്.

എന്നാൽ ചുവന്ന വെളിച്ചമേൽക്കുമ്പോൾ ക്രാൻബറി നീരിന്റെ നിറം മായാൻ കാരണമെന്താണ്? നീരു നിറച്ച സ്ലിപ്പികളാലും ഇരിക്കുന്നത് പച്ചമേശവിരിപ്പിന്മേൽ വിരിച്ചിരിക്കുന്ന ഒരു വെളുത്ത നാപ് കിന്റെ പുറത്താണ് എന്നതാണ് കാരണം. നാപ് കിന്റെ മാറിയാൽ നീരിന്റെ നിറം ചുവപ്പാകും. നാപ് കിന്റെ പശ്ചാത്തലത്തിൽ മാത്രമാണ് അത് നിറമില്ലാതാകുന്നത്. ചുവന്ന വെളിച്ചത്തിൽ നാപ് കിനും ചുവപ്പായി മാറുന്നുണ്ടെങ്കിലും ശീലംകൊണ്ടും മേശവിരിപ്പിന്റെ ഇരുണ്ട നിറത്തോടു് അതിനുള്ള പ്രകടമായ വ്യത്യാസംകൊണ്ടും നാമതിനെ ഇപ്പോഴും വെളുപ്പായിത്തന്നെ കരുതുന്നു. നീരിനും നാപ് കിനും ഒരേ നിറമായതുകൊണ്ടു് നീരും വെളുത്താണിരിക്കുന്നതെന്നു നമ്മൾ ഓർക്കാതെ ധരിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ടാണ് അത് ചുവപ്പു നീരായിട്ടുപോലെ നിറമില്ലാത്ത വെള്ളമായി നമ്മുടെ കണ്ണുകൾക്കു തോന്നുന്നത്.

ചുറ്റുപാടുമുള്ള വസ്തുക്കളെ നിറമുള്ള ചിപ്പുകളിലൂടെ നോക്കിയാൽ നിങ്ങൾക്കും ഇതേ വിധത്തിലുള്ള അനുഭവമുണ്ടാകുന്നതാണ്.

പുസ്തകത്തിന് എന്തു പൊക്കമുണ്ട്?

നിങ്ങൾ സ്നേഹിതനോട് അയാളുടെ കയ്യിലിരിക്കുന്ന പുസ്തകം നിലത്തു കത്തിനിർത്തിയാൽ എന്തു പൊക്കം വരുമെന്ന് ചുമരിൽ കൈപ്പത്തിവെച്ച് കാണിക്കാൻ ഒന്നു പറഞ്ഞുനോക്കൂ. അയാൾ കാണിച്ചു കഴിയുമ്പോൾ ആ പുസ്തകം നിലത്തു കത്തിനിർത്തി നോക്കുക. അയാൾ കാണിച്ചതിന്റെ പകുതിയോളം പൊക്കമേ വരൂ. അയാൾ പൊക്കം കാണിക്കാൻ കനിയുന്നതിനു പകരം ചുമരിൽ അടയാളപ്പെടുത്തേണ്ടതെവിടെയാണെന്ന് നിങ്ങൾക്കു പറഞ്ഞുതരികയാണു ചെയ്യുന്നതെങ്കിൽ വ്യത്യാസം ഇതിലും പ്രകടമായിരിക്കും. പുസ്തകംതന്നെ വേണമെന്നില്ല. മേശവിളക്ക്, തൊപ്പി, തുടങ്ങി നിങ്ങളുടെ കണ്ണുകളുടെ ഏതാണ്ടതേ നിരപ്പിൽ കണ്ടു പരിചയിച്ചു എന്തായാലും മതി. ഏതൊരു വസ്തുവും വശത്തുനിന്നു നോക്കിയാൽ വലിപ്പം കുറഞ്ഞു കാണപ്പെടുന്നതുകൊണ്ടാണ് നമുക്കു തെറ്റു പറയുന്നത്.

ഗോപുരമണിയുടെ വലിപ്പം



ചിത്രം 135. വെസ്റ്റ്മിൻസ്റ്റർ ആബിയിലെ ഗോപുരമണിയുടെ വലിപ്പം

നമ്മെക്കാൾ വളരെ പൊക്കത്തിലുള്ള വസ്തുക്കളുടെ വലിപ്പം കണക്കാക്കുമ്പോഴും നാം ഇതേ തെറ്റു വരുത്തുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് ഗോപുരമണികൾ. ആ മണികൾ വളരെ വലുതാണെന്നു നമുക്കറിയാമെങ്കിലും അവയുടെ വലിപ്പത്തെക്കുറിച്ചുള്ള നമ്മുടെ കണക്കുകൂട്ടൽ യഥാർത്ഥവലിപ്പത്തേക്കാൾ വളരെ കുറഞ്ഞിരിക്കും. വെസ്റ്റ്മിൻസ്റ്റർ ആബിയിലെ വിശ്വപ്രശസ്തമായ ഗോപുരമണിയുടെ ഡയൽ നിരത്തിലിറക്കിവെച്ചാൽ എങ്ങിനെയായിരിക്കുമെന്ന് ചിത്രം 135-ൽ നിന്നു മനസ്സിലാക്കാം. അതിനടുത്തു നിൽക്കുമ്പോൾ മനുഷ്യർക്ക് ഈ ചുരുക്ക വലിപ്പമേ തോന്നിക്കൂ. അതേസമയം പുറകിൽ കാണുന്ന

ഗോപുരത്തിന്റെ പൊത്തിൽ അത് ഒതുങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു !
വിശ്വസിക്കാൻ വിഷമമാണ്, അല്ലേ?

കുറുപ്പും വെളുപ്പും

ചിത്രം 136 ദൂരനിന്നു നോക്കിയിട്ട് പറയുക, താഴത്തെ പൊട്ടി-
നും മുകളിലത്തെ രണ്ടിലൊരു പൊട്ടിനുമിടയിൽ എത്ര കുറുത്ത പൊട്ടി-
കൾ ഒതുങ്ങുമെന്ന്. നാലോ അഞ്ചോ? “അഞ്ചെണ്ണത്തിന് ഇടമുണ്ടോ
യെന്നു സംശയമാണ്. പക്ഷെ നാലെണ്ണം കൊള്ളാം, തീർച്ച” എന്നാ-
യിരിക്കാം നിങ്ങളുടെ ഉത്തരം.

എന്നാൽ സത്യത്തിൽ, കഷ്ടിച്ചു മുന്നെണ്ണത്തിനേ ഇടമുള്ളൂ! വേണ-
മെങ്കിൽ പരീക്ഷിച്ചുനോക്കുക! കുറുത്ത ഭാഗങ്ങൾ അതേ വലിപ്പത്തിലു-
ള്ള വെളുത്ത ഭാഗങ്ങളേക്കാൾ ചെറുതായി തോന്നിക്കുന്ന ഈ ദൃഷ്ടിഭ്ര-
മത്തിന് “കിരണനം” (irradiation) എന്നു പറയും. നമ്മുടെ കണ്ണി-
ന്റെ ഒരു ന്യൂനതയാണ് ഇതിനു കാരണം. ഒരു പ്രകാശിക ഉപകരണ-
മെന്ന നിലയ്ക്ക് നമ്മുടെ കണ്ണ് പ്രകാശി-
കവിജ്ഞാനത്തിന്റെ സൂക്ഷ്മമായ ആവ-
ശ്യങ്ങൾക്കൊപ്പമെത്തുന്നില്ല. അതിന്റെ
അപവർത്തനീയമാധ്യമങ്ങൾ, ശരിയാ-
യി ഫോക്കസ്സുചെയ്തു ക്യാമറ പരക്കൻ
ഗ്ലാസ്സ്ക്രീനിൽ പതിപ്പിക്കുന്നത്ര കൂർ-
മ്മതയുള്ള രൂപരേഖ റെട്ടിനയിൽ പതി-
പ്പിക്കുന്നില്ല. “ഗോളീയവിപഥനം”
(spherical aberration) എന്നറിയപ്പെടുന്ന
കാരണത്താൽ ഓരോ പ്രകാശശകലത്തി-
ന്റെയും ചുറ്റും ഒരു പ്രകാശവക്കുണ്ട്.
അത് റെട്ടിനയിൽ പതിയുന്ന പ്രതി-
ബിംബത്തിന്റെ വലിപ്പം കൂട്ടുന്നു. അതു-
കൊണ്ടാണ് പ്രകാശഭാഗങ്ങൾ തുല്യവ-
ലിപ്പമുള്ള ഇരുണ്ട ഭാഗങ്ങളേക്കാൾ എ-
പ്പോഴും കൂടുതൽ വലുതായിത്തോന്നുന്നത്.

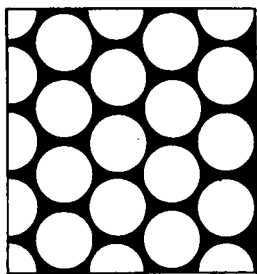
വേണ്ടത്ര ജാഗ്രതയുള്ള ഒരു ഭൗതിക-
ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നില്ലെങ്കിലും കൂർമ്മദൃ-
ഷ്ടിയുള്ള ഒരു പ്രകൃതിനിരീക്ഷകനായി-
രുന്ന മഹാകവി ഗോയ്‌മെ “വർണ്ണ

ചിത്രം 136. താഴത്തെ
പൊട്ടിനും മുകളിലത്തെ
രണ്ടു പൊട്ടുകളിലോരോന്നി-
നും ഇടയ്ക്കുള്ള വിടവ് മുകളി-
ലത്തെ പൊട്ടുകളുടെ പുറംവ-
ക്കുകൾ തമ്മിലുള്ള ദൂരത്തേ-
ക്കാൾ വലുതാണെന്നു തോന്നു-
മെങ്കിലും സത്യത്തിൽ അവ
തുല്യമാണ്.

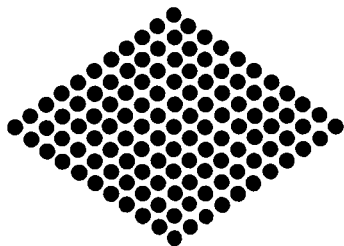
സിദ്ധാന്തം'' എന്ന കൃതിയിൽ ഈ പ്രതിഭാസത്തെക്കുറിച്ച് ഇങ്ങനെ പറയുന്നു:

''ഒരു ഇരുണ്ട വസ്തു അതേ വലിപ്പത്തിലുള്ള തെളിഞ്ഞ വസ്തുവിനേക്കാൾ ചെറുതായി തോന്നുന്നു. നമ്മൾ കറുത്ത പശ്ചാത്തലത്തിലുള്ള ഒരു വെളുത്ത പൊട്ടും വെളുത്ത പശ്ചാത്തലത്തിൽ അതേ വ്യാസമുള്ള ഒരു കറുത്ത പൊട്ടും ഒരേ സമയത്തു് നോക്കുകയാണെങ്കിൽ രണ്ടാമത്തേതു് ആദ്യത്തേതിനേക്കാൾ അഞ്ചിലൊരു ഭാഗം ചെറുതായി തോന്നും. കറുത്ത പൊട്ടിനു് അത്രകൂടി വലിപ്പം കൂട്ടിയാൽ രണ്ടു പൊട്ടുകൾക്കും തുല്യ വലിപ്പമാണെന്നു തോന്നും. ചില സമയത്തു് നമുക്കു് ചന്ദ്രക്കലയ്ക്കു പുറമെ ചന്ദ്രന്റെ ഇരുണ്ട ഭാഗം കൂടി കാണാൻ കഴിയുമല്ലോ (ചാരനിറമാൻ വെളിച്ചമായി — വൈ. പി.). ആ ഭാഗത്തേക്കാൾ വ്യാസംകൂടിയ ഒരു വൃത്തത്തിന്റെ ഭാഗമാണു ചന്ദ്രക്കലയെന്നു് അപ്പോൾ തോന്നും. ആളുകൾ ഇരുണ്ട നിറത്തിലുള്ള വേഷമിട്ടാൽ ഇളംനിറത്തിലുള്ള വേഷമിട്ടവോഴത്തേക്കാൾ മെലിഞ്ഞിരിക്കുകയാണെന്നു തോന്നും. എന്തിന്റെയെങ്കിലും വക്കത്തുകൂടി വരുന്ന വെളിച്ചം ആ വസ്തുവിനെ കുറച്ചൊന്നു കഴിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ തോന്നും. കത്തുന്ന മെഴുകുതിരിയുടെ മുമ്പിൽ ഒരു സ്ക്രീനിൽ പിടിച്ചാൽ സ്ക്രീയിലിന്റെ അത്രയും ഭാഗം കഴിഞ്ഞിരിക്കുകയാണെന്നു തോന്നും. ഉദയസൂര്യനും അസ്തമനസൂര്യനും ചക്രവാളത്തിൽ താഴ്ന്നു വരുത്തുന്നു.''

ഇപ്പറഞ്ഞതിൽ ഒന്നൊഴികെ മറെറൊന്നും ശരിയാണു്. ഒരു വെളുത്ത പൊട്ടു് തുല്യവലിപ്പത്തിലുള്ള കറുത്ത പൊട്ടിനേക്കാൾ എപ്പോഴും അഞ്ചിലൊരു ഭാഗം കൂടുതൽ വലുതായി തോന്നണമെന്നില്ല. പൊട്ടുകളെ എത്ര



ചിത്രം 137. ദൂരെനിന്നു നോക്കിയാൽ വെളുത്ത വട്ടപ്പൊട്ടുകൾ ഷഡ്ഭുജങ്ങളാണെന്നു തോന്നും.



ചിത്രം 138. ദൂരെനിന്നു നോക്കിയാൽ കറുത്ത പൊട്ടുകൾ ഷഡ്ഭുജങ്ങളാണെന്നു തോന്നും.

ദൂരത്തിൽനിന്നാണ് നോക്കുന്നതെന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും ഇത്. അതെന്തുകൊണ്ടാണെന്നത് നോക്കാം.

ചിത്രം 136 കറേജ്ജടി അകത്തി പിടിക്കൂ. മിഥ്യാപ്രതീതി കൂടുതൽ പ്രകടമായി അനുഭവപ്പെടും. കാരണം മുൻപറഞ്ഞ വക്കിന് എപ്പോഴും ഒരേ വീതിയായിരിക്കും. അടുപ്പിച്ചുപിടിച്ചാൽ വക്ക് വെളുത്ത ഭാഗത്തെ 10% വലുതാക്കുന്നുണ്ടെങ്കിൽ ദൂരെ പിടിക്കുമ്പോൾ അത് വെളുത്ത ഭാഗത്തിന്റെ 30 തൊട്ടു 50 ശതമാനംവരെ കൈവശപ്പെടുത്തുന്നു. എന്നെന്നാൽ ഇപ്പോൾ പൊട്ടിന്റെ യഥാർത്ഥപ്രതിബിംബം എത്രയോ ചെറുതാണ്. ചിത്രം 137-ലെ വെളുത്ത വട്ടപ്പൊട്ടുകൾ രണ്ടു മൂന്നു ചുവടു മാറിനിന്നു നോക്കിയാൽ ഷഡ്ഭുജങ്ങളായി തോന്നാനുള്ള കാരണവും ഇതുതന്നെയാണ്. ഏഴെട്ടു ചുവടുകളിൽ അതു ശരിക്കും മൊരു തേനീച്ചക്കൂടുപോലെ തോന്നും.

കിരണനംമൂലമാണ് ഈ മിഥ്യാപ്രതീതി ഉളവാകുന്നതെന്ന വിശദീകരണം എനിക്കു തികച്ചും തൃപ്തികരമായിത്തോന്നിയിട്ടില്ല. ചിത്രം 138 നോക്കുക. വെളുത്ത പശ്ചാത്തലത്തിലുള്ള ആ കറുത്ത പൊട്ടുകളും അകലെനിന്നു നോക്കുമ്പോൾ ഷഡ്ഭുജങ്ങളാണെന്നു തോന്നും. ഇവിടെയാകട്ടെ, കിരണനം പൊട്ടുകളുടെ വലിപ്പം കൂടുകയല്ല, കുറയുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. പൊതുവിൽ ദൃഷ്ടിഭ്രമങ്ങൾക്കു നൽകപ്പെടാറുള്ള വ്യാഖ്യാനങ്ങൾ തികച്ചും തൃപ്തികരമാണെന്നു പറഞ്ഞുകൂടാ. അവയിൽ പലതിനും ഇനിയും വ്യാഖ്യാനം നൽകപ്പെട്ടിട്ടില്ലെന്നതാണ് സത്യം.

ഏതക്ഷരമാണ് കൂടുതൽ കറുത്തത്?

നമ്മുടെ കണ്ണുകൾക്കുള്ള മറ്റൊരു ദോഷമാണ് “അസ്റ്റിഗ്മാറ്റിസം”. ചിത്രം 139 നോക്കുക. ഒരു കണ്ണുകൊണ്ടു നോക്കുമ്പോൾ നാലക്ഷരങ്ങൾക്കും ഒരേ കറുപ്പല്ലെന്നു തോന്നും. കറുപ്പു കൂടിയ അക്ഷരം നോക്കി വയ്ക്കുക. ഇനി പടം ഒരു വശത്തേക്കു തിരിക്കുക. കറുപ്പു കൂടിയതെന്നു വിചാരിച്ചിരുന്ന അക്ഷരം പെട്ടെന്നു ചാരനിറമാകും. ഇപ്പോൾ വേറൊരു അക്ഷരമാണ് ഏറ്റവും കറുപ്പായി തോന്നിക്കുന്നത്. വാസ്തവത്തിൽ നാലക്ഷരങ്ങൾക്കും ഒരേ കറുപ്പാണുള്ളത്. കറുത്ത നിറമടിച്ചിരിക്കുന്നത് നാലു ദിശകളിലാണെന്നു മാത്രം. മേൽത്തരം സ്റ്റികിലെൻസുകളോളം അന്യൂനമാണു നമ്മുടെ കണ്ണുകളിൽ ഇത് അക്ഷരങ്ങളുടെ കറുപ്പിനെ ബാധിക്കുകയില്ല. എന്നാൽ നമ്മുടെ കണ്ണുകൾ പ്രകാശത്തെ വ്യത്യസ്തദിശകളിൽ ഒരുപോലല്ല അപവർത്തനം ചെയ്യുന്നത്. അതു

കൊണ്ട് ലംബവും ക്ഷിതിജവും ചെരിഞ്ഞതുമായ വരകളെ തുല്യസ്പഷ്ടതയോടെ കാണാൻ നമുക്കു കഴിയുന്നില്ല.

കണ്ണുകൾക്ക് ഈയൊരു ദോഷമില്ലാത്തവർ വളരെച്ചുരുങ്ങും. അസ്സിഗ് മാറിസ്, വളരെക്കൂടുതലുള്ള ചിലരുണ്ട്. അത് അവരുടെ കാഴ്ചശക്തിയുടെ കൂർമ്മതയെ ഗണ്യമായി കുറയ്ക്കുന്നു. അവർക്ക് അതു പരിഹരിക്കാൻ പ്രത്യേകതരം കണ്ണടകൾ വയ്ക്കേണ്ടിവരുന്നു.



ചിത്രം 139. ഈ വാക്ക് ഒറ്റക്കണ്ണുകൊണ്ട് നോക്കിയാൽ ഒരക്ഷരം കൂടുതൽ കറുത്തു കാണും.

നമ്മുടെ കണ്ണുകൾക്ക് വേറേയും ദോഷങ്ങളുണ്ട്. നേത്രോപകരണ നിർമ്മാതാക്കൾക്ക് അവ മാറാനറിയാം. ഈ ദോഷങ്ങളെ പരാമർശിച്ചുകൊണ്ട് ഹെല്ംഫോൾറസ് പറഞ്ഞത് ഇങ്ങനെയാണ്:

“ഇത്തരം ദോഷങ്ങളുള്ള ഒരു ഉപകരണം ഒരു നേത്രോപകരണ നിർമ്മാതാവ് എനിക്കു വിൽക്കാൻ മുതിർന്നാൽ ഞാൻ അയാളെ ജോലിയിൽ അനാസ്ഥ കാണിച്ചതിന് കർശനമായി ശകാരിക്കുകയും ആ ഉപകരണം പ്രതിഷേധപൂർവ്വം മടക്കിക്കൊടുക്കുകയും ചെയ്യും.”

ഈ ദോഷങ്ങൾ വരുത്തിവയ്ക്കുന്ന മിഥ്യാദർശനങ്ങൾക്കു പുറമെ തികച്ചും മറ്റു കാരണങ്ങളാൽ നമ്മുടെ കണ്ണുകൾ വേറെ പല ദൃഷ്ടിഭ്രമങ്ങൾക്കും ഇരയാകാറുണ്ട്.

തുറിച്ചുനോക്കുന്ന ഛായാപടം

ചില ഛായാപടങ്ങൾ നിങ്ങളെത്തന്നെ തുറിച്ചുനോക്കുന്നതുപോലെ തോന്നിയിട്ടില്ലേ? എന്നുതന്നെയല്ല നിങ്ങൾ ഏങ്ങോട്ടു മാറിയാലും ആ കണ്ണുകൾ നിങ്ങളെ പിന്തുടരുന്നു. പണ്ടുതന്നെ ശ്രദ്ധിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതാണിത്. പലരേയും അത് അമ്പരപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. ചിലർ അതു കണ്ട് ഭയന്നുവശായിട്ടുണ്ട്. വിശ്രുതരഷ്യൻ സാഹിത്യകാരനായ ഗോഗൊൽ “ഛായാപടം” എന്ന കഥയിൽ ഇതു ഭംഗിയായി വർണ്ണിച്ചിരിക്കുന്നു.

“കണ്ണുകൾ അയാളുടെ ഉള്ളിലേക്ക് തുളച്ചുകൾ. അയാളെയല്ലാതെ മറ്റൊന്നും അവയ്ക്കു കാണേണ്ടെന്നു തോന്നി ... ഛായാപടം മറ്റൊല്ലാറ്റിനേയും കടന്ന് അയാളെത്തന്നെ നോക്കി. അയാളുടെ ഉള്ളിലേക്കുതന്നെ തറച്ചു നോക്കി.”



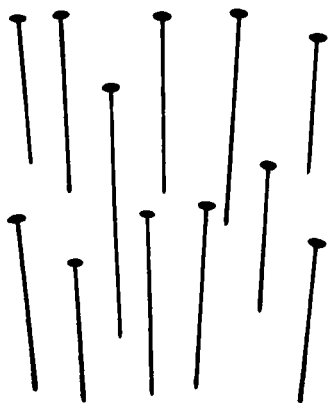
ചിത്രം 140. നിഗൂഢഛായാപടം

ഈ ദുർഗ്രഹമായ നോട്ടത്തെപ്പറ്റി പല ഐതിഹ്യങ്ങളും അന്ധവിശ്വാസങ്ങളുമുണ്ട്. സത്യത്തിൽ അത് വെറുമൊരു ദൃഷ്ടിഭ്രമം മാത്രമാണ്. ഈ ഛായാപടങ്ങളിൽ കൃഷ്ണമണി കണ്ണിന്റെ ഒരു നടുക്കാണ് നന്നാണു് കാര്യം. നമ്മുടെ മുഖത്തുതന്നെ നോക്കുന്ന ഏതൊരാളിന്റെയും കണ്ണുകളെ നാം കാണുന്നത് അങ്ങിനെയാണ്. നമ്മെ കടന്ന് നമ്മുടെ പിന്നിലേക്ക് അയാൾ നോക്കുന്ന മാത്രയിൽ അയാളുടെ കൃഷ്ണമണിയും മിഴിമണ്ഡലമാകെത്തന്നെയും കണ്ണിന്റെ മദ്ധ്യത്തിൽനിന്ന് ഒരു വശത്തേക്കു മാറുന്നു. എന്നാൽ ഛായാപടത്തിൽ കൃഷ്ണമണി കണ്ണിന്റെ നടുക്കുതന്നെയാണ് എപ്പോഴും—നാം എങ്ങോട്ടു മാറിയാലും വേണ്ടില്ല. എങ്കിലും ആ മുഖമാകെ നമ്മോടാപേക്ഷികമായി മുൻനിലയിൽത്തന്നെ നാം കാണുന്നതുകൊണ്ട് പടത്തിലെ മനുഷ്യൻ തല തിരിച്ച് നമ്മെ നോക്കുകയാണെന്നു നമുക്കു തോന്നുന്നു.

ഇതുപോലുള്ള മറ്റു പടങ്ങളിൽനിന്ന് നമുക്കുണ്ടാകുന്ന വിചിത്രമായ അനുഭൂതിക്കും ഇതാണ് കാരണം. എത്ര ഒതുങ്ങിമാറിയാലും പടത്തിലെ കതിരും നമ്മുടെ നേർക്കുതന്നെ കതിച്ചുവരികയാണെന്നും പടത്തിലെ മനുഷ്യൻ നമ്മുടെ നേരെതന്നെ വിരൽചൂണ്ടുകയാണെന്നുമൊക്കെ തോന്നും. അത്തരത്തിലുള്ള ഒന്നാണ് ചിത്രം 140. പരസ്യത്തിനോ പ്രക്ഷോഭാവശ്യങ്ങൾക്കോവേണ്ടി ഇവയെ പലപ്പോഴും ഉപയോഗപ്പെടുത്താറുണ്ട്.

മറ്റു ദൃഷ്ടിഭ്രമങ്ങൾ

ചിത്രം 141-ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള മൊട്ടുസൂചികളിൽ അസാധാരണമായിട്ടൊന്നുമില്ലല്ലോ, ഉവോ? എന്നാൽ പൂസ്സും കണ്ണിനൊപ്പം പൊക്കിപ്പിടിച്ച്, ഒരു കണ്ണു പൊത്തി, നിങ്ങളുടെ ദൃഷ്ടിപഥം മൊട്ടുസൂചിക



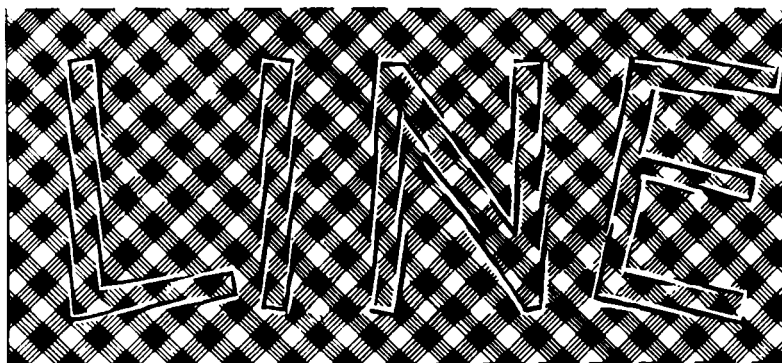
ചിത്രം 141. ഒരു കണ്ണടച്ചുപിടിച്ചിട്ട്, ഈ സൂചികൾ നീട്ടിയാലെവിടെ കൂട്ടിമുട്ടുമോ ആ ബിന്ദുവിൽനിന്നു മറ്റേ കണ്ണുകൊണ്ടു നോക്കുക. സൂചികൾ കടലാസിൽ കത്തിനിർത്തിയിരിക്കുകയാണെന്നു തോന്നും. പുസ്തകം അങ്ങോട്ടുമിങ്ങോട്ടും നീക്കിയാൽ സൂചികളും ഒപ്പം ആടുകയാണെന്നു തോന്നും.

ളുടെ മീതേക്കൂടി തെന്നിനീങ്ങുന്ന മട്ടിൽ അവയെ നോക്കുക. ആ സൂചികളെ നീട്ടിയാൽ അവ ഏതു ബിന്ദുവിലാണോ കൂട്ടിമുട്ടുന്നത്, അവിടെയായിരിക്കണം നിങ്ങളുടെ കണ്ണ്. അങ്ങിനെ നോക്കുമ്പോൾ സൂചികൾ കടലാസിൽ കത്തിനിർത്തിയിരിക്കുകയാണെന്നു തോന്നും. നിങ്ങൾ തല ഒരു വശത്തേക്കു മാറ്റുമ്പോൾ സൂചികളും അതേ വഴിക്കു ആടുകയാണെന്നു തോന്നും.

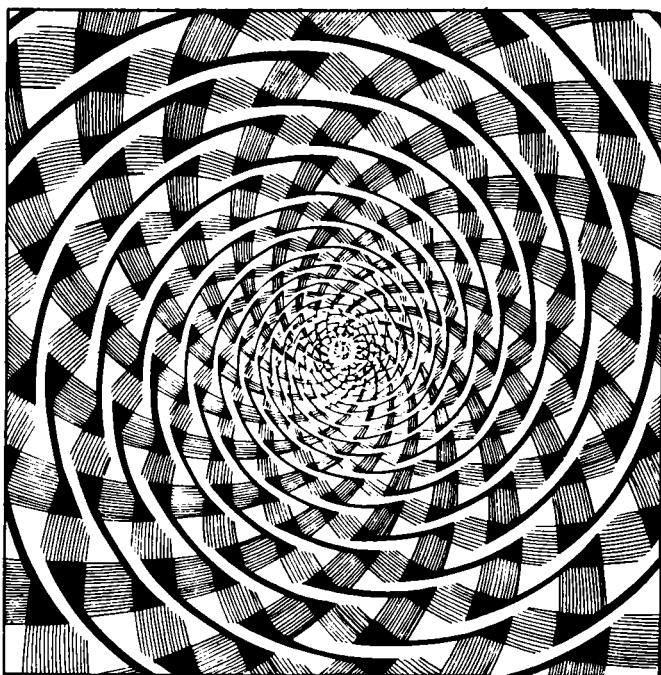
സമഗ്രവീക്ഷണത്തെ സംബന്ധിച്ച നിയമങ്ങളാണ് ഈ ദൃഷ്ടിഭ്രമം ഉളവാക്കുന്നത്. കത്തിനിർത്തിയ സൂചികളെ ഒരു കടലാസിലേക്കു പ്രക്ഷേപിച്ചാൽ ഒരു നിശ്ചിതബിന്ദുവിൽനിന്നു നോക്കുന്ന നിരീക്ഷകൻ അവയെ എങ്ങിനെ കാണുന്നുവോ അതാണ് ചിത്രത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്.

ദൃഷ്ടിഭ്രമങ്ങൾക്കു നാം വഴങ്ങിപ്പോകുന്നതിനെ നമ്മുടെ കാഴ്ചശക്തിയുടെ ദോഷമായി കണക്കാക്കരുത്. നാം പലപ്പോഴും വിസ്മരിക്കാറുള്ള ഒരു ഗുണവും അതുകൊണ്ടുണ്ടാകുന്നുണ്ട്. അതില്ലായിരുന്നെങ്കിൽ ചിത്രമെഴുത്ത് എന്നൊന്ന് ഉണ്ടാകുമായിരുന്നില്ല. പൊതുവിൽ ലളിതകലകളെ ആസ്വദിക്കാൻ നമുക്കു കഴിയുമായിരുന്നില്ല. നമ്മുടെ കാഴ്ചയുള്ള ഈ ദോഷങ്ങളെയാണ് ചിത്രകാരന്മാർ വിപുലമായി പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നത്.

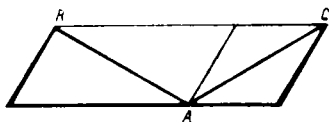
“വിവിധഭൗതികവിഷയങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള കത്തുകൾ” എന്ന വിശ്രുതകൃതിയിൽ പതിനെട്ടാം നൂറ്റാണ്ടിലെ മഹാപണ്ഡിതനായിരുന്ന എയ്ലർ ഇങ്ങനെ എഴുതിയിട്ടുണ്ട്: “ചിത്രകലയാകെത്തന്നെ അധിഷ്ഠിതമായിട്ടുള്ളത് ഈ ദൃഷ്ടിഭ്രമത്തിലാണ്. യാഥാർത്ഥ്യത്തിന്റെ മാനദണ്ഡം വെച്ച് നാം വസ്തുക്കളെക്കുറിച്ച് വിധിയെഴുതിയിരുന്നെങ്കിൽ ഈ കല (ചിത്രമെഴുത്ത്) നിലനിൽക്കുമായിരുന്നില്ല. ചിത്രകാരന്റെ ചായക്കുളെല്ലാം പൂമാവിലാകും. കാരണം, ഇവിടെ ചുവപ്പാണ്, അതു നീലയാണ്, ഇതു കറുപ്പാണ്, അവിടെ വെളുപ്പിന്റെ അംശങ്ങളുണ്ട്



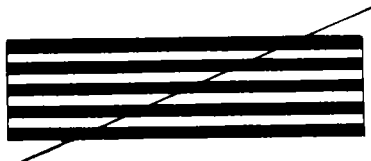
ചിത്രം 142. ഈ ആക്ഷരങ്ങൾ നേരെയൊണ്ണെഴുതിയിരിക്കുന്നത്



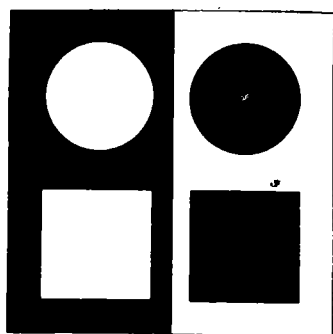
ചിത്രം 143. പിരിപിരിയായി തോന്നുന്ന വക്രങ്ങൾ യഥാർത്ഥത്തിൽ വൃത്തങ്ങളാണെന്ന് അവയിലൂടെ പെൻസിൽമുനയോടി ചാൽ ബോധ്യപ്പെടും



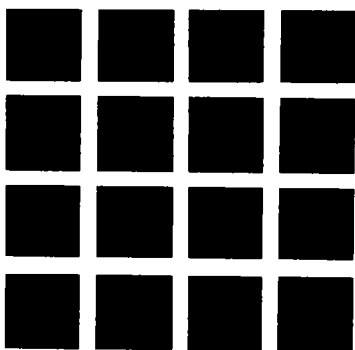
ചിത്രം 144. ABയ്ക്കു നീളക്കൂടുതൽ തോന്നുമെങ്കിലും അതും ACയും തുല്യമാണ്



ചിത്രം 145. ചെരിഞ്ഞ വര മുറിഞ്ഞിട്ടുണ്ടെന്നു തോന്നുന്നു.

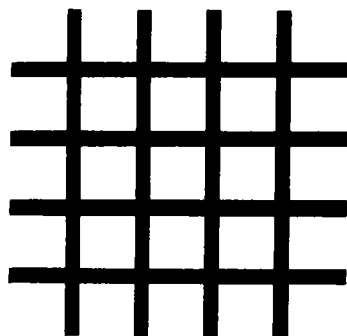


ചിത്രം 146. വെളുത്ത ചതുരം കറുത്ത ചതുരത്തോടും വെളുത്ത വട്ടം കറുത്ത വട്ടത്തോടും സർവ്വമാസമാണ്



ചിത്രം 147. വെളുത്ത ചീട്ടുകളുടെ സന്ധികളിൽ ഇളംചാരനിറത്തിലുള്ള ചതുരങ്ങൾ വന്നു പോയുമിരിക്കുന്നതുപോലെ തോന്നും. സത്യത്തിൽ ചീട്ടുകൾ ഉടനീളം വെളുത്തതാണ്. കറുത്ത ചതുരങ്ങൾ കടലാസുവച്ചു മറച്ചാൽ ഇതു ബോദ്ധ്യമാകും. വർണ്ണവിപര്യായം മൂലം ഉളവാകുന്ന ഒരു ദൃഷ്ടി ഭ്രമമാണിതു്

എന്നെല്ലാമായിരിക്കും നാം പറയുക. സർവ്വതും ഒരൊറ്റ തലത്തിൽ ഒതുങ്ങിയിരിക്കും. യാതൊരു തരത്തിലുള്ള ദുരവ്യത്യാസവും അതിൽ കാണാൻ കഴിയുകയില്ല. ഒരൊറ്റ വസ്തുവിനെപ്പോലും അതിൽ ചിത്രീകരിക്കാൻ സാധിക്കുകയില്ല. ചിത്രത്തിൽ വരച്ചിട്ടുള്ളതെല്ലാം കടലാസിലുള്ള എഴുത്തുപോലെ മാത്രമേ നമുക്കു തോന്നിക്കൂ. ... ആ ദോഷമില്ലായിരുന്നെങ്കിൽ, ആസ്വാദ്യകരവും പ്രയോജനപ്രദവുമായ ഇത്തരം കലകൾ ദിവസേന പകർന്നുതരുന്ന ആനന്ദം നഷ്ടപ്പെട്ട നാം അനുകമ്പയർഹിക്കുമായിരുന്നില്ലേ?''



ചിത്രം 148. കറുത്ത ചീളുകളുടെ സന്ധികളിൽ ഇളംചാരനിറത്തിലുള്ള ചതുരങ്ങൾ വന്നും പോയുമിരിക്കുന്നതുപോലെ തോന്നും.

ദൃഷ്ടിഭ്രമങ്ങൾ നിരവധിയുണ്ട്. അവ കൊണ്ട് മുഴുവൻ ആൽബങ്ങൾ തന്നെ നിറയ്ക്കാൻ കഴിയും. അവയിൽ പലതും സുപരിചിതങ്ങളാണ്. എന്നാൽ അത്രയ്ക്കുറിയപ്പെടാത്ത ചിലതുമുണ്ട്. താരതമ്യേന അധികം പേർക്കറിഞ്ഞുകൂടാത്ത കൗതുകകരങ്ങളായ ചില ദൃഷ്ടാന്തങ്ങൾ ഞാനിവിടെ നൽകാം. 142, 143 എന്നീ ചിത്രങ്ങളിൽ വലവല പോലുള്ള പശ്ചാത്തലത്തിലെ വരകൾ ഉളവാക്കുന്ന ദൃഷ്ടിഭ്രമം വിശേഷിച്ചും ഫലപ്രദമാണ്. ചിത്രം 142-ലെ അക്ഷരങ്ങൾ നേരെയൊന്നെഴുതിയിരിക്കുന്നതെന്നു വിശ്വസിക്കാൻ പ്രയാസമാണ്. ചിത്രം 143-ൽ കാണുന്നത് പീരികളല്ല, വൃത്തങ്ങളാണ് എന്നു വിശ്വസിക്കാൻ അതിലേറെ വിഷമമാണ്. വരകളുടെ മീതേകൂടി പെൻസിലിന്റെ മുമ്പോടിച്ചാൽ ബോധ്യമാകും അവ വാസ്തവത്തിൽ വൃത്തങ്ങൾതന്നെയാണെന്ന്. ചിത്രം 144-ൽ AC-യ്ക്ക് AB-യോളംതന്നെ നീളമുണ്ടെന്നും അതേക്കാൾ ഒട്ടും ചെറുതല്ലെന്നും കോംപസ്സുവച്ച് അളന്നുനോക്കിയാലേ ബോധ്യമാകൂ. 145, 146, 147, 148 എന്നീ ചിത്രങ്ങളിലുള്ള ദൃഷ്ടിഭ്രമം അവയുടെ അടിക്കുറിപ്പുകളിൽത്തന്നെ വിവരിച്ചിട്ടുണ്ട്. ചിത്രം 147-ലേതു് എത്രമാത്രം ഫലപ്രദമാണെന്നു തെളിയിക്കുന്ന ഒരു സംഭവമുണ്ടായി. ഈ പുസ്തകത്തിന്റെ ഒരു മുൻപതിപ്പ് അച്ചടിക്കുന്ന സമയത്തു് പ്രസാധകൻ ആ ബ്ലോക്ക് ശരിയായില്ലെന്നു് അഭിപ്രായപ്പെട്ടുകയും വെള്ളവരകൾ പറസ്പരം ചേരദിക്കുന്ന ഇടങ്ങളിൽ കാണുന്ന ചാരനിറത്തിലുള്ള പാടുകൾ ചുരണ്ടിക്കളയാനായി അതു് മടക്കിക്കൊടുക്കാൻ ഭാവിച്ചുകയും ചെയ്തു. ഞാൻ ആ സമയത്തു് അവിടെ ചെല്ലാൻ ഇടയായതുകൊണ്ടു് കാര്യം പറഞ്ഞു മനസ്സിലാക്കി!

ഹ്രസ്വദൃഷ്ടി

കണ്ണടകൂടാതെ ഹ്രസ്വദൃഷ്ടിയുള്ള ഒരാൾ ശരിക്കു കാണുകയില്ല. എന്നാൽ അയാൾ എന്തു കാണുന്നു, എങ്ങിനെ കാണുന്നു, എന്നതിനെപ്പറ്റി സാധാരണ കാഴ്ചശക്തിയുള്ളവർക്ക് വ്യക്തമായ രൂപമില്ല. ഹ്രസ്വദൃഷ്ടിയുള്ളവർ ധാരാളമുള്ളതുകൊണ്ട് അവർ എങ്ങിനെ കാണുന്നു വെന്നറിഞ്ഞിരിക്കുന്നത് പ്രയോജനപ്രദമായിരിക്കും.

ഒന്നാമത്ത്, ഹ്രസ്വദൃഷ്ടിയുള്ള ഒരാൾ സർവ്വതും കാണുന്നത് (കണ്ണടയില്ലാതെ എന്നു പ്രത്യേകം പറയേണ്ടതില്ലല്ലോ) അവ്യക്തമായിട്ടാണ്. സാധാരണ കാഴ്ചശക്തിയുള്ള ഒരാൾ ആകാശത്തിന്റെ പശ്ചാത്തലത്തിൽ കൊത്തിവെച്ചിരിക്കുന്നതു വ്യക്തമായി ഇലകളും മരക്കൊമ്പുകളും കാണുമ്പോൾ ഹ്രസ്വദൃഷ്ടിക്കാരൻ കാണുന്നത് അവ്യക്തവും അത്ര പവുമായ ഒരു പച്ചപ്പാണ്. വിശദാംശങ്ങൾ അയാളുടെ കണ്ണിൽ പെടുകയില്ല. മനുഷ്യരുടെ മുഖങ്ങൾക്ക് ഉള്ളത്ര പ്രായം തോന്നിക്കുകയില്ല. അവ കൂടുതൽ ആകർഷകമായി തോന്നുകയും ചെയ്യും. കൺകോണുകളിലെ ഞൊറികളും അത്തരം കൊച്ചുനൂതനുകളും അയാൾ കാണുന്നില്ല. മുഖത്തെ തൊലിയുടെ പരുപരുത്ത ചുവപ്പ് (പ്രകൃതിദത്തമോ അല്ലാത്തതോ ആവാം) മുദലമായൊരു ഇളംചുവപ്പായിട്ടാണ് അയാൾക്കു തോന്നുന്നത്. പ്രായം ഊഹിക്കുമ്പോൾ അയാൾ 20 വർഷംപോലും കുറച്ചു പറയാനിടയുണ്ട്. സാധാരണ കാഴ്ചശക്തിയുള്ളവരുടെ വീക്ഷണം വച്ചുനോക്കുമ്പോൾ വിചിത്രമായൊരു സൗന്ദര്യബോധത്തിന്റെ ഉടമയാണയാൾ. ആളുകളുടെ മുഖത്തു് തറച്ചുനോക്കിയിട്ടും പരിചയം നടിക്കാത്ത അയാൾ മര്യാദകെട്ടവനാണെന്നു തോന്നിയേക്കാം. കുറവും അയാളുടേതല്ല, അയാളുടെ ഹ്രസ്വദൃഷ്ടിയുടേതാണ്.

പൂർണ്ണന്റെ സമകാലികനും സ്നേഹിതനുമായിരുന്ന ഒൽവിഗ് എന്ന റഷ്യൻ കവി എഴുതി: "ലിറ"സെയിൽ കണ്ണട ധരിക്കാൻ അനുവാദമില്ലായിരുന്നു. അവിടെക്കണ്ട സകല സ്ത്രീകളും അതിസുന്ദരികളായി എനിക്കു തോന്നി. പുറത്തിറങ്ങിയപ്പോൾ എനിക്കുണ്ടായ ഞെട്ടൽ!" ഹ്രസ്വദൃഷ്ടിയുള്ള ഒരാൾ (കണ്ണടയില്ലാതെ) നിങ്ങളോടു സംസാരിക്കുമ്പോൾ അയാൾ നിങ്ങളുടെ മുഖം കാണുന്നില്ല. ഏതായാലും നിങ്ങൾ വിചാരിക്കുന്നതല്ല അയാൾ കാണുന്നത്. നിങ്ങളുടെ മുഖത്തിന്റെ ഒരു അവ്യക്തരൂപം മാത്രമേ അയാൾ കാണുന്നുള്ളൂ. അതുകൊണ്ട് ഒരു മണിക്കൂറിനകം വീണ്ടും കണ്ടുമുട്ടുമ്പോൾ അയാൾ നിങ്ങളെ തിരിച്ചറിയാത്തതിൽ അത്ഭുതപ്പെടാനില്ല. ഹ്രസ്വദൃഷ്ടിയുള്ള മിക്കവരും ആളുകളെ തിരിച്ചറിയുന്നത് ഛായനോക്കിയല്ല, ശബ്ദം കേട്ടിട്ടാണ്. കാഴ്ചശക്തി കുറയുന്നതിനുകൂടി പകരമായി ശ്രവണശക്തി കൂടുന്നു.

ഹ്രസ്വദൃഷ്ടിയുള്ളവർ രാത്രി കാണുന്നതെന്താണെന്നറിയാമോ? നെന്തെങ്കിലും വെളിച്ചമുള്ള ജനാലകൾ, തുടങ്ങി പ്രകാശവത്തായ സർപ്പം. ബ്രഹ്മരൂപങ്ങളാർജ്ജിക്കുന്നു. ചുറ്റുപാടുമുള്ള ലോകമാകെ അരുപമായ കറ പ്രകാശശക്തികളും ഇരുണ്ടമങ്ങിയ നിഴൽചിത്രങ്ങളായി മാറുന്നു. നിരന്തരം നിൽക്കുന്ന തെരുവുവിളക്കുകളുടെ സ്ഥാനത്ത് 'ഹ്രസ്വദൃഷ്ടിക്കാർ കാണുന്നത്' തെരുവിന്റെ ശേഷമുള്ള ഭാഗത്തെ മുഴുവനും മറയ്ക്കുന്ന രണ്ടോ മൂന്നോ കൂറ്റൻ തെളിച്ചങ്ങളെയാണ്. അടുത്തു വരുന്ന മോട്ടോർകാറിനെ അവർക്കു തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയുന്നില്ല. അതിന്റെ മുൻവശത്തെ വിളക്കുകളുടെ രണ്ടു പ്രഭാമണ്ഡലങ്ങളും പുകി ലായി ഒരു ഇരുണ്ട പിണ്ഡവും മാത്രമേ അവർ കാണുന്നുള്ളൂ.

നിശാവാനത്തെപ്പോലും അവർ വ്യത്യസ്തമായിട്ടാണ് കാണുന്നത്. ആദ്യത്തെ മൂന്നോ നാലോ കാന്തിമാനത്തോടുകൂടിയ നക്ഷത്രങ്ങളേ അവരുടെ കണ്ണിൽ പെടുന്നുള്ളൂ. അതുകൊണ്ട് അനേകായിരം നക്ഷത്രങ്ങളുടെ സ്ഥാനത്ത് അവർ വിളക്കുകളോളം വലുതെന്ന് തോന്നുന്നു, നൂറുകളിലെണ്ണാവുന്ന കറ നക്ഷത്രങ്ങളെ മാത്രം കാണുന്നു. ചന്ദ്രൻ വളരെയടുത്തു് അതിബൃഹത്തായി കാണപ്പെടുന്നു. ചന്ദ്രക്കല വിചിത്രരൂപം ആർജ്ജിക്കുന്നു.

നേത്രഘടനയാണ് ഇതിനെല്ലാം കാരണം. നേത്രഗോളകത്തിന് ക്രമത്തിലേറെ ആഴമുള്ളതുകൊണ്ട് അതിന്റെ അപവർത്തനശക്തിക്കു മാറ്റം വരികയും അങ്ങിനെ വിദൂരവസ്തുക്കളിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശകിരണങ്ങൾ റെട്ടിനയിലെത്തുന്നതിനു മുമ്പുതന്നെ ഫോക്കസ്സുചെയ്യപ്പെട്ടാ നിടയാവുകയും ചെയ്യുന്നു. അപസരിക്കുന്ന പ്രകാശകിരണങ്ങൾ റെട്ടിനയിൽ മങ്ങിയ പ്രതിബിംബം ഉളവാക്കുന്നു.

അദ്ധ്യായം പത്തു്
ശബ്ദവും ശ്രവണവും.

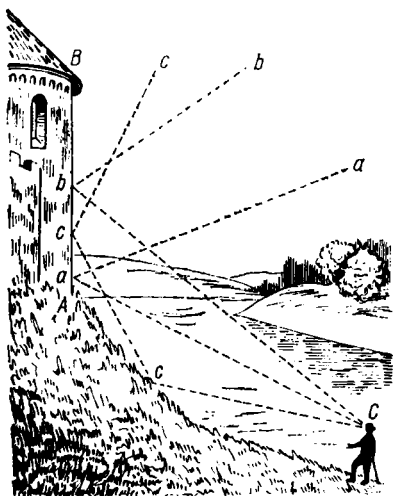
മാറൊലിയെ തേടി

ഒരു സമ്പാദകന്റെ വിചിത്രപരാക്രമങ്ങളെക്കുറിച്ച് മാർക്സ് ടൈപ്പിൻ എഴുതിയ ഒരു ഫലിതകഥയുണ്ടു്. അയാൾ ശേഖരിച്ചതെന്താണെന്നോ? മാറൊലികൾ! പലതവണ ആവർത്തിക്കുന്നതോ മറേതെങ്കിലും പ്രത്യേകതയുള്ളതോ ആയ മാറൊലി ഉളവാക്കുന്ന സർവ്വസ്ഥലങ്ങളും അയാൾ വാങ്ങിച്ചുകൂട്ടി.

“ജോർജ്ജിയയിൽ നാലാവർത്തിയുള്ള ഒരു മാറൊലി അയാൾ ആദ്യം വാങ്ങി. അടുത്തതു് ആറാവർത്തിയുള്ള ഒരെണ്ണം മരിലാൻഡിൽ. അതുകഴിഞ്ഞു് പതിമൂന്നാവർത്തിയുള്ള ഒന്നു് മെയിനിൽ. തുടർന്നു് ഒമ്പതാവർത്തിയുള്ള ഒരെണ്ണം കൻസാസിൽ. അയാൾ അതിനുശേഷം ടെന്നെസ്സിയയിൽ പന്ത്രണ്ടാവർത്തിയുള്ള ഒരു മാറൊലി വാങ്ങി. കേടായതുകൊണ്ടു് അതു ലാഭത്തിൽ കിട്ടി. മാറൊലിയുളവാക്കിയ പാറക്കെട്ടിന്റെ ഒരു ഭാഗം ഇടിഞ്ഞുപോയിരുന്നു. കറെ ആയിരം ഡോളർ മുടക്കി കേടുപാടുകൾ തീർക്കാമെന്നും കല്ലുവച്ചു കെട്ടിപ്പൊക്കി ഉയരം വർദ്ധിപ്പിച്ചുകൊണ്ടു് ആവർത്തനശേഷി മൂന്നിരട്ടിയാക്കാമെന്നും അയാൾ വിശ്വസിച്ചു. പക്ഷെ ആ പണി ഏറെടുത്ത ശില്പി മാറൊലി പണിയുന്നതു് ആദ്യമായതുകൊണ്ടു് മുഴുവനും താറുമാറാക്കി. അയാൾ കൈവയ്ക്കുന്നതിനു മുമ്പു് അമ്മായിയമ്മയെപ്പോലെ മറുത്തു പറഞ്ഞിരുന്ന അതു് ഇപ്പോൾ ബധിരമുകാലയത്തിനു മാത്രം പററുന്ന ഒരിടമായിത്തീർന്നു.”

ഇതു തമാശയാണു്. എങ്കിലും ഒന്നാത്തരം ബഹുലിതപ്രതിധാനികൾ കേൾക്കാവുന്ന പലേടങ്ങളുമുണ്ടു്, വിശേഷിച്ചും പർവ്വതപ്രദേശങ്ങളിൽ. അവയിൽ ചിലതു് ലോകപ്രസിദ്ധങ്ങളാണു്. ഇംഗ്ലണ്ടിലുള്ള വുഡ്സ്റ്റോക്ക് കോട്ടയിലെ മാറൊലി 17 സിലബിളുകളെ സ്പഷ്ടമായി ആവർത്തിക്കും. ഹാൽബർഷ്ടാഡ്റ്റിനടുത്തുള്ള ദൈൻസ്ബർഗ്ഗ് കോട്ട

യുടെ അവശിഷ്ടങ്ങൾ, കോട്ടമതിലുകളിലൊന്നിന്റെ തകർച്ചയ്ക്കു മുമ്പ്, 27 സിലബിളുകളെ പ്രതിധ്വനിപ്പിച്ചിരുന്നു. ചെക്കോസ്ലോവാക്കിയയിൽ ആഡെർസ് ബാഹിനടുത്തു വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ഒരു പാറപ്രദേശത്തു് ഒരു പ്രത്യേകസ്ഥാനമുണ്ടു്. അവിടെ ഏഴു സിലബിളുകൾ മൂന്നാവർത്തി മാറൊരിക്കലുള്ളു. എന്നാൽ കറുപ്പുറം മാറിയാൽ വെടി വച്ചാൽപോലും മാറൊരിക്കലുകേൾക്കുകയില്ല. ഇടിച്ചുനിരപ്പാക്കുന്നതിനു മുമ്പ്, പലയാവർത്തിയുള്ള ഒന്നാണു. മാറൊരിക്കൽ പുറപ്പെടുവിച്ചിരുന്ന ഒരു കോട്ട മിലാനിലുണ്ടായിരുന്നു. ഒരേപ്പില്ലെ ജനാലയിൽ നിന്നു വെടിവച്ചാൽ നാല്പതു അമ്പതു തവണ മാറൊരിക്കലുള്ളു. ഒരു വാക്കു് ഉറക്കെ വിളിച്ചു പറഞ്ഞാൽ മുപ്പതു പ്രാവശ്യത്തോളം പ്രതിധ്വനിക്കും.



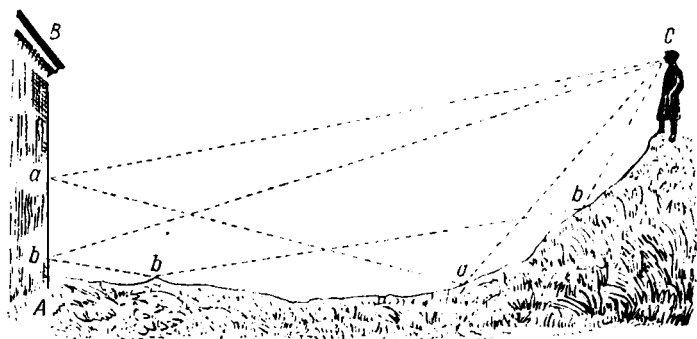
ചിത്രം. 149. മാറൊരിക്കൽ കേൾക്കുന്നില്ല

ഒരൊറ്റ മാറൊരിക്കലിലോ. തെളിഞ്ഞുകേൾക്കാൻ കഴിയുന്ന ഒരിടം കണ്ടുപിടിക്കുക അത്ര എളുപ്പമല്ല. മലമ്പ്രദേശങ്ങളിൽ മാറൊരിക്കൽ സമതലപ്രദേശങ്ങളിലേക്കാൾ വൈവിധ്യമാർന്നതാണു്. പക്ഷെ അവ കൂടുതൽ വിരളവും പിടികൂടാൻ കൂടുതൽ വിഷമകരവുമാണു്. എന്തുകൊണ്ടാണെന്നോ? മാറൊരിക്കലെന്നു പറയുന്നതു് ഏതെങ്കിലും പ്രതിബന്ധത്തിൽ തട്ടി തിരിച്ചുവരുന്ന ശബ്ദതരംഗങ്ങളല്ലാതെ മാറൊന്നുമല്ല. പ്രകാശത്തിന്റെ നിയമങ്ങൾ ശബ്ദത്തിനും ബാധകമാണു്. അതിന്റെ പതനകോണവും പ്രതിഫലനകോണവും തുല്യമാണു്.

നിങ്ങൾ ഒരു കുന്നിന്റെ ചുവട്ടിൽ നിൽക്കുകയാണെന്നു വിചാരിക്കുക (ചിത്രം. 149). ശബ്ദം പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്ന AB എന്ന പ്രതിബന്ധം നിങ്ങളേക്കാൾ പൊക്കത്തിലാണു് സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതു്. അതുകൊണ്ടു് സ്വാഭാവികമായും Ca, Cb, Cc എന്നീ രേഖകളിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്ന ശബ്ദതരംഗങ്ങൾ പ്രതിഫലിച്ചു് നിങ്ങളുടെ ചെവിയിലേക്കു തിരിച്ചുവരികയില്ല. അവ aa, bb, cc എന്നീ രേഖകളിലൂടെ

വായുവിലേക്കായിരിക്കും പോവുക. നേരേമറിച്ചു നിങ്ങൾ നിൽക്കുന്ന ത്തു് പ്രതിബന്ധത്തിന്റെ തലത്തിലോ കുറച്ചു മുകളിലോ ആണെങ്കിൽ (ചിത്രം 150) മാറൊലി കേൾക്കും. Ca, Cb എന്നീ രേഖകളിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്ന ശബ്ദം ഒന്നോ രണ്ടോ തവണ നിലത്തു തട്ടിയശേഷം CaaC അല്ലെങ്കിൽ CbbC എന്നീ രേഖകളിലൂടെ നിങ്ങളുടെ അടുത്തേക്കു മടങ്ങിവരുന്നു. രണ്ടു ബിന്ദുക്കൾക്കുമിടയ്ക്കുള്ള താഴ്ച ഒരു അവതലദർപ്പണംപോലെ പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ടു് മാറൊലിയെ കൂടുതൽ സൃഷ്ടിച്ചുമാക്കുന്നു. C-യ്ക്കും B-യ്ക്കും ഇടയ്ക്കുള്ള തറ പൊങ്ങിയാണിരിക്കുന്നതെങ്കിൽ മാറൊലി വളരെ നേർത്തിരിക്കും. നിങ്ങൾ അതു കേട്ടെന്നു തന്നെ വരില്ല. കാരണം, ഒരു ഉത്തലദർപ്പണം പ്രകാശത്തെ എങ്ങിനെ വിസരണംചെയ്യുന്നുവോ അതേപോലെ തറ ശബ്ദത്തെ വിസരണംചെയ്യും.

നിരപ്പല്ലാത്ത പ്രദേശങ്ങളിൽ മാറൊലി കേൾക്കാൻ ഒരു പ്രത്യേക കഴിവുതന്നെ വേണം. മാത്രമല്ല, മാറൊലി ഉണ്ടാക്കാൻകൂടി അറിഞ്ഞിരിക്കണം. ഒന്നാമതു്, പ്രതിബന്ധത്തിനു വളരെയടുത്തു നിൽക്കേതു്. ശബ്ദതരംഗങ്ങൾക്കു വേണ്ടത്ര ദൂരം സഞ്ചരിക്കാൻ കഴിയണം. അല്ലെങ്കിൽ മാറൊലി നേരത്തേതന്നെ ഉണ്ടായി ശബ്ദത്തിൽ ലയിച്ചുചേരും. സെക്കണ്ടിൽ 340 മീറ്റർ വേഗത്തിലാണു് ശബ്ദം സഞ്ചരിക്കുന്നതു്. അതുകൊണ്ടു് 85 മീറ്റർ അകലെ അതു് കൃത്യം അര സെക്കണ്ടു കഴിഞ്ഞു കേൾക്കാം. ഏതു ശബ്ദത്തിനും മാറൊലിയുണ്ടെങ്കിലും എല്ലാ മാറൊലികളും ഒരുപോലെ വ്യക്തമായിരിക്കില്ല. കാട്ടിലെ വന്യമൃഗത്തിന്റെ ശർജ്ജനവും ബൃഗിളിന്റെ ശബ്ദവും ഇടിയുടെ മുഴക്കവും ബാലികയുടെ ഗാനവും ഒരേവിധത്തിലല്ല മാറൊലിക്കൊള്ളു



ചിത്രം 150. മാറൊലി തെളിഞ്ഞുകേൾക്കാം.

ന്നത്. ശബ്ദം എത്ര ക്ഷിപ്രവും ഉച്ചത്തിലുമാണോ അത്രയും കൂടുതൽ വ്യക്തമായിരിക്കും അതിന്റെ മാറ്റൊലി. ഏറ്റവും നല്ല മാറ്റൊലി ഉണ്ടാകുന്നത് കയ്യടിയാണ്. മനുഷ്യശബ്ദം അത്രയ്ക്കു വരില്ല. വിശേഷിച്ച് പുരുഷശബ്ദം. പെണ്ണുങ്ങളുടേയും കുട്ടികളുടേയും കൂർത്ത ശബ്ദങ്ങൾ അതേക്കാൾ വ്യക്തമായി മാറ്റൊലിക്കാറുള്ളൂ.

ശബ്ദം അളവുകോലാക്കാം.

വായുവിലൂടെയുള്ള ശബ്ദസഞ്ചാരണവേഗതയെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവ് ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ ഒരു അപ്രാപ്യവസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരമളക്കാൻ പ്രയോജനപ്പെടും. ഇങ്ങനെയൊരു സംഭവം. “ഭൂകേന്ദ്രത്തിലേക്കുള്ള യാത്ര” എന്ന പുസ്തകത്തിൽ ജൂൽ വേർൺ വിവരിക്കുന്നുണ്ട്. ഭൂഗർഭാന്വേഷണത്തിനിടയിൽ ഒരു പ്രൊഫസറും അദ്ദേഹത്തിന്റെ അനന്തിരവനും തമ്മിൽ പിരിഞ്ഞുപോകാനിടയായി. അവർ കൂവിവിളിച്ചു. അവസാനം അന്യോന്യം കേൾക്കാമെന്നായപ്പോൾ അവർതമ്മിൽ ഇങ്ങനെയൊരു സംഭാഷണം നടന്നു.

“ ‘അമ്മാവോ,’ ഞാൻ (അനന്തിരവൻ) വിളിച്ചു.

“ ‘എന്താ കണ്ടേത,’ മറുപടി കേട്ടു.

“ ‘നമ്മൾ തമ്മിൽ എത്ര ദൂരമുണ്ടെന്നറിയുകയാണ് ആദ്യം വേണ്ടത്.’

“ ‘അതറിയാൻ വിഷമമില്ല.’

“ ‘ക്രോണോമീറ്റർ കയ്യിലുണ്ടോ?’

“ ‘ഉണ്ട്.’

“ ‘എങ്കിൽ അതു കയ്യിൽ പിടിച്ചിട്ട് എന്റെ പേരു പറയണം. പറഞ്ഞുതുടങ്ങുമ്പോഴുള്ള സെക്കണ്ടു കൃത്യമായി നോക്കിവയ്ക്കണം. ശബ്ദം കേട്ടാലുടൻ ഞാൻ പേരു ആവർത്തിക്കാം. എന്റെ ശബ്ദം അവിടെ കേൾക്കുന്ന നിമിഷവും നോക്കിവയ്ക്കണം.’

“ ‘ശരി. വിളിക്കും മറുപടിക്കും ഇടയ്ക്കുള്ള സമയത്തിന്റെ പകുതിയായിരിക്കും എന്റെ ശബ്ദം നിന്റെ അടുത്തെത്താനെടുത്ത സമയം. നി തയ്യാറായോ?’

“ ‘ഉവ്വ്.’

“ ‘ഞാനിതാ നിന്റെ പേരു വിളിച്ചുപറയാൻ പോവുകയാണ്,’ പ്രൊഫസർ പറഞ്ഞു.

“ ‘ഞാൻ ചെവി ഭിത്തിയോടു ചേർത്തുപിടിച്ചു. ‘ഹാരി’ എന്ന വാക്ക് എന്റെ ചെവിയിലെത്തിയയുടനെ ഞാൻ അതു ആവർത്തിച്ചു.

“ ‘നാലു സെക്കണ്ടു’, അമ്മാവൻ പറഞ്ഞു. ‘അപ്പോൾ ശബ്ദം 20 സെക്കണ്ടിൽ എന്റെ അടുത്തു’ എത്തി. ശബ്ദം ഒരു സെക്കണ്ടിൽ മൂന്നിലൊന്നു കിലോമീറ്റർ സഞ്ചരിക്കും. എന്നുവെച്ചാൽ നമ്മൾ തമ്മിൽ 7 കിലോമീറ്ററോളം ദൂരമുണ്ടെന്നർത്ഥം.’ ”

ഇത്രയും മനസ്സിലായിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ ഈ ചോദ്യത്തിന് ഉത്തരം കാണാൻ ഒരു ശ്രമിച്ചുനോക്കൂ: തീവണ്ടി എഞ്ചിന്റെ ചുളക്കുഴലിൽനിന്നു പുറകു ഉയരുന്നത് കണ്ടു് ഒന്നര സെക്കണ്ടു കഴിഞ്ഞാണു് ചുളംവിളി കേൾക്കുന്നതെങ്കിൽ ആ എഞ്ചിൻ എത്ര അകലെയാണു്?

ശബ്ദദർപ്പണങ്ങൾ

വനഭിത്തി, ഉയരമുള്ള മതിൽ, കെട്ടിടം, മല, തുടങ്ങി മാറ്റൊലിയുളവാക്കുന്ന ഏതൊരു പ്രതിബന്ധവും ഒരു ശബ്ദദർപ്പണമല്ലാതെ മറ്റൊന്നുമല്ല. കാരണം, ഒരു സാധാരണ പരന്ന കണ്ണാടി പ്രകാശത്തെ പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്നതുപോലെ അതു് ശബ്ദത്തെ പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്നു.

ശബ്ദദർപ്പണങ്ങൾ പരന്നതന്നെയിരിക്കണമെന്നില്ല. വളഞ്ഞുമിരിക്കാം.



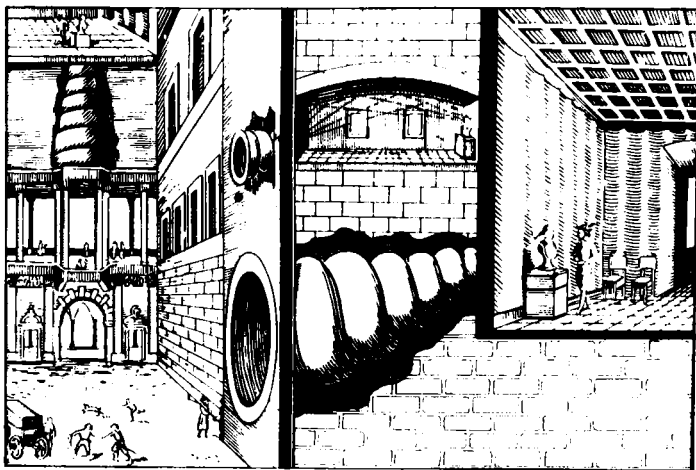
ചിത്രം 151. അപതല ശബ്ദദർപ്പണങ്ങൾ

അപതലശബ്ദദർപ്പണങ്ങൾ ‘ശബ്ദകിരണങ്ങളെ’ ഫോക്കസ്സു ചെയ്യുന്നു. നടു കഴിഞ്ഞ രണ്ടു പിഞ്ഞാണങ്ങളും ഒരു വാച്ചും ഉപയോഗിച്ചു് കൗതുകകരമായ ഒരു പരീക്ഷണം നടത്താം. ഒരു പിഞ്ഞാണം മേശപ്പുറത്തു വയ്ക്കുക. അതിന്റെ അടിവശത്തിന്നു കുറച്ചു മുകളിലായി വാച്ചു പിടിക്കുക. മറ്റേ പിഞ്ഞാണം ചിത്രം 151-ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ ചെവിയ്ക്കടുത്തു പിടിക്കുക. ഇവ മൂന്നും യഥാസ്ഥാനങ്ങളിലാണെങ്കിൽ (കുറെ പ്രാവശ്യം ശ്രമിക്കുമ്പോൾ ഇതു ശരിയാകും) വാച്ചടിക്കുന്ന ശബ്ദം ചെവിയ്ക്കടുത്തു പിടിച്ചിരിക്കുന്ന പിഞ്ഞാണത്തിനുള്ളിൽനിന്നു കേൾക്കാൻ കഴിയും.

കണ്ണടയ്ക്കുക കൂടി ചെയ്താൽ ഈ പ്രതീതി വലിക്കും. ചെവിയോർത്തിട്ടു മാത്രം നിങ്ങൾക്കു തീരുമാനിക്കാൻ കഴിയില്ല, വാച്ചു് ഏതു കയ്യിലാണെന്നു്.

മദ്ധ്യകാലത്തെ കൊട്ടാരശില്പികൾ ശബ്ദംകൊണ്ടു് ചില സൂത്രങ്ങൾ കാണിക്കുമായിരുന്നു. ഒരു അപതലശബ്ദദർപ്പണത്തിന്റെ ഫോക്കസ്സി

പോ സമർത്ഥമായി ഭിത്തിയ്ക്കുള്ളിൽ ഒളിച്ചുവെച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ഭാഷണനാളാണെന്നു തിരിച്ചറിയാനായിത്തീർന്നു. അദ്ദേഹം ഈ ഊർദ്ധ്വകായപ്രതിമ സമാപിക്കും. 16-ാം നൂറ്റാണ്ടിലെ ഒരു പുസ്തകത്തിൽനിന്നെടുത്തിട്ടുള്ള ചിത്രം 152-ൽ ഈ സംഭവം കാണാം. വളഞ്ഞ മച്ച് ഭാഷണനാളത്തിലൂടെ വരുന്ന ഏറ്റവും ശബ്ദങ്ങളേയും പ്രതിമയുടെ ചുണ്ടിന്റെനേരെ പ്രതിഫലി



ചിത്രം 152. മന്ത്രിക്കുന്ന പ്രതിമകൾ (അഫനാസിയസ് കിർ ഹർ 1560-ൽ എഴുതിയ ഒരു പുസ്തകത്തിൽനിന്ന്)

പ്പിക്കുന്നു. അങ്കണത്തിൽനിന്നുള്ള ശബ്ദങ്ങൾ കൂറ്റൻ ഭാഷണനാളങ്ങൾ വഴി ഹാളുകളിലും മറ്റും ചുമരിനോടു ചേർത്തു വെച്ചിട്ടുള്ള പ്രതിമകളുടെ അടുത്തെത്തുന്നു. ഈ പ്രതിമകൾ കയ്യടക്കുകയും പാടുകയും മറ്റും ചെയ്യുന്നവെന്ന പ്രതീതി ഉളവാകുന്നത് അങ്ങിനെയാണ്.

തിയേറ്റർഹാളിലെ ശബ്ദം

തിയേറ്ററുകളിലും കൺസർട്ട് ഹാളുകളിലും പോകാറുള്ളവർക്ക് സുപരിചിതമായ ഒരു കാര്യമുണ്ട്. ഹാളുകളിൽത്തന്നെ നല്ല ധ്വനികതയും ചീത്ത ധ്വനികതയുമുള്ളവയുണ്ടെന്നതാണ്. ചില ഹാളുകളിൽ പ്രസംഗവും സംഗീതവും സാമാന്യം ദൂരെനിന്നുതന്നെ വ്യക്തമായി കേൾ

ക്കാം. ചിലതിൽ അവ അടുത്തുപോലും ശരിക്കു കേൾക്കാൻ കഴിയുകയില്ല.

കറച്ചുകാലം മുമ്പുപോലും ഒരു തിയേറ്ററിന്റെ ധ്വനികത നന്നായാൽ അതൊരു വലിയ ഭാഗ്യമായി കരുതിയിരുന്നു. എന്നാലിന്ന് അനാവശ്യമായ അനുരണനങ്ങളെ അമർച്ചചെയ്യുന്നുള്ള വഴികൾ നിർമ്മാതാക്കൾ കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. ശില്പികൾക്കു മാത്രം താല്പര്യമുള്ള ഇക്കാര്യം കൂടുതൽ വിശദീകരിക്കാൻ ഞാനൊരുവെട്ടുനില്പു. അധികപ്പറായ ശബ്ദങ്ങൾ വലിച്ചെടുക്കാനുള്ള പ്രതലങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുകയാണ് ധ്വനികദോഷങ്ങൾ ഒഴിവാക്കാനുള്ള പ്രധാനമാർഗ്ഗമെന്നു മാത്രം. ഇവിടെ സൂചിപ്പിച്ചുകൊള്ളട്ടെ.

ഒരു ദ്വാരം പ്രകാശത്തെ ഏറ്റവും കൂടുതൽ വലിച്ചെടുക്കുന്നതുപോലെത്തന്നെ തുറന്ന ജനാലയാണ് ശബ്ദത്തെ ഏറ്റവും നന്നായി വലിച്ചെടുക്കുന്നത്. ശബ്ദാവശോഷണത്തിന്റെ പ്രമാണമാത്രയായി അംഗീകരിച്ചിരിക്കുന്നത് തുറന്ന ജനാലയുടെ ഒരു ചതുരശ്രമീറ്ററാണ്. സദസ്സുതന്നെ നല്ലൊരു ശബ്ദാവശോഷകമാണ്. സദസ്യരിലോരോരുത്തരും ഏതാണ്ട് അര ചതുരശ്രമീറ്റർ തുറന്ന ജനാലയ്ക്കു തുല്യമാണ്. “പ്രാസംഗികൻ പറയുന്നതു് സദസ്യർ അക്ഷരാർത്ഥത്തിൽത്തന്നെ വലിച്ചെടുക്കുന്നു,” ഒരു ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ പറയുകയുണ്ടായി. വലിച്ചെടുക്കാനൊരു സദസ്സില്ലെങ്കിൽ പ്രാസംഗികൻ അക്ഷരാർത്ഥത്തിൽത്തന്നെ ബുദ്ധിമുട്ടു നേരിടമെന്നതും സത്യമാണ്.

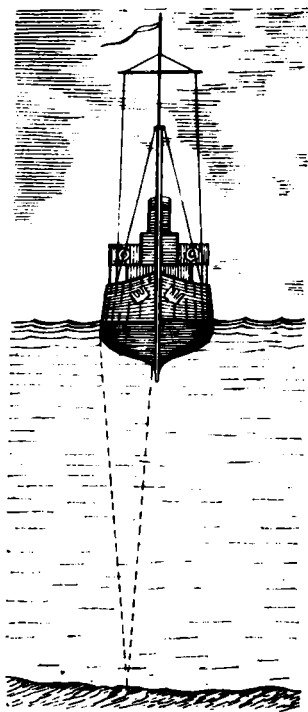
ശബ്ദം ക്രമാധികം വലിച്ചെടുത്താലും നന്നല്ല. ഒന്നാമതു്, പ്രസംഗവും സംഗീതവും മറ്റും ശരിക്കു കേൾക്കാൻ കഴിയുകയില്ല. രണ്ടാമതു്, അനുരണനം വേണ്ടതിലേറെ അമർച്ചചെയ്യപ്പെടുന്നതിന്റെ ഫലമായി ശബ്ദങ്ങൾക്ക് പതരിച്ച അനുഭവപ്പെടുന്നു. അനുരണനം കറച്ചു വേണം. അതു് അധികമാവാൻ പാടില്ല, തീരെ കുറയാൻ പാടില്ല. അതിന്റെ അളവു് എല്ലാ ഹാളുകൾക്കും ഒന്നായിരിക്കില്ല. എത്ര വേണമെന്നു് അതാതു ഹാളിന്റെ ശില്പിയാണ് കണക്കുകൂട്ടേണ്ടതു്.

ഭൗതികത്തിന്റെ വീക്ഷണകോണിൽനിന്നു നോക്കുമ്പോൾ താല്പര്യപ്രദമായ മറ്റൊരടിംകൂടി തിയേറ്ററിലുണ്ട്. നടീനടന്മാർക്കു് മറവിൽനിന്നു പാഞ്ഞുകൊടുക്കുന്നയാളിന്റെ ഇരിപ്പിടമാണതു്. അതെപ്പോഴും ഒരേ ആകൃതിയിലാണിരിക്കുന്നതെന്നതു നിങ്ങൾ ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടോ? ഭൗതികമാണ് അതിനുത്തരവാദി. ഇരിപ്പിടത്തിന്റെ മുകൾഭാഗം ഒരു അപതലശബ്ദദർപ്പണമാണ്. അതിനു് രണ്ടുദൃശ്യങ്ങളുണ്ട്. ഒന്നു്, പാഞ്ഞുകൊടുക്കുന്നയാളിന്റെ ശബ്ദം സദസ്യരുടെ ചെവിയിലെത്തരുതു്. രണ്ടു്, അതേസമയം അതു് സ്റ്റേജിലെ അഭിനേതാക്കളുടെ നേരെ പ്രതിഫലിപ്പിക്കപ്പെടുകയും വേണം.

കടലുകളുടേയും സമുദ്രങ്ങളുടേയും ആഴമളക്കാൻ സഹായകമാണെന്നു അറിയുന്നതുവരെ മാറൊലികൊണ്ടു് മനുഷ്യനു് പ്രയോജനമൊന്നുമുണ്ടായില്ല. അതു കണ്ടുപിടിച്ചതു് യാദൃച്ഛികമായിട്ടാണു്. 1912-ൽ 'ടെറാനിക്' എന്ന ഒരു കൂറൻ യാത്രക്കപ്പൽ ഐസ്‌ബർഗ്ഗിൽ മുട്ടി ഏതാണ്ടെല്ലാ യാത്രക്കാരനായി കടലിൽ താണ ഒരു അത്യാഹിതമുണ്ടായി. അതിനുശേഷം മുടൽമഞ്ഞിലും ഇരുട്ടത്തും കപ്പലുകളുടെ മാഗ്നറ്റിൽ പ്രതിബന്ധമെന്തെങ്കിലുമുണ്ടെങ്കിൽ അതു് മാറൊലിയുടെ സഹായത്തോടെ കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയുമോയെന്നു് ശ്രമിച്ചുനോക്കി. ആ ശ്രമങ്ങൾ ഫലിച്ചില്ലെങ്കിലും കടലിന്റെ അടിത്തട്ടിൽനിന്നുള്ള മാറൊലി ഉപയോഗിച്ചു് കടലിന്റെ ആഴമളക്കാനുള്ള നല്ലൊരു വഴി കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു.

ഇതെങ്ങിനെ ചെയ്യുന്നുവെന്നു് ചിത്രം 153-ൽ നോക്കിയാൽ മനസ്സിലാവും. കപ്പലിന്റെ അടിഭാഗത്തൊരിടത്തു് ഒരു ഡിറൊനേറ്റർ കൊളുത്തിയിട്ടു് ഒരു കൂർത്ത പൊട്ടിത്തൊരിശബ്ദം ഉളവാക്കുന്നു. ശബ്ദം വെള്ളത്തിലൂടെ തുളച്ചുകയറി കടലിന്റെ അടിത്തട്ടിൽച്ചെന്നു തട്ടി മാറൊലിക്കൊള്ളുന്നു. ആ മാറൊലി അഥവാ പ്രതിഫലിതസിഗ്നൽ കപ്പലിന്റെ അടിഭാഗത്തു വച്ചിട്ടുള്ള ഒരു സൂക്ഷ്മോപകരണം രേഖപ്പെടുത്തുന്നു. സിഗ്നൽ അയച്ചതിനും മാറൊലി കേട്ടതിനും ഇടയ്ക്കുള്ള സമയം ഒരു കൃത്യമായ വാച്ചുകൊണ്ടു് അളക്കുന്നു. വെള്ളത്തിലൂടെയുള്ള ശബ്ദസഞ്ചാരണവേഗത അറിയാവുന്നതുകൊണ്ടു് നമുക്കു് പ്രതിഫലനതലം വരെയുള്ള ദൂരം എളുപ്പം കണക്കാക്കാൻ കഴിയും. ആഴം അറിയാൻ കഴിയുമെന്നു ചുരുക്കം.

“മാറൊലി-ആഴമളക്കൽ” എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഈ മാർഗ്ഗം കടലി



ചിത്രം 153. മാറൊലി-ആഴമളക്കൽ

ന്റെ ആഴമുള്ളിലിൽ സമൃദ്ധമായ പരിവർത്തനംതന്നെ വരുത്തി. പഴയ മാർഗ്ഗരൂപയോഗിച്ചാണെങ്കിൽ കപ്പൽ നിർമ്മാണമെന്നു മാത്രമല്ല ഒരു പാട് സമയവുമെടുക്കും. ആഴമുള്ളിൽ ചരടു് താഴോട്ടിട്ടുന്നത് വളരെ പതുക്കെയാണു് (ഒരു മിനിറ്റിൽ 150 മീറ്റർ). തിരിച്ചു കയറാനും അത്രതന്നെ സമയമെടുക്കും. ഉദാഹരണത്തിനു് മൂന്നു കിലോമീറ്റർ ആഴമുള്ളക്കാൻ 45 മിനിറ്റോളം വേണ്ടിവരും. മാറ്റൊലി ഉപയോഗിച്ചാണെങ്കിൽ കുറച്ചു സെക്കണ്ടുകൾ മതി. മാത്രമല്ല, കപ്പൽ നിർമ്മാണയോ വശ്യമില്ലതാനും. ഫലം എത്രയോ കൂടുതൽ കൃത്യമായിരിക്കുകയും ചെയ്യും. ഒരു സെക്കണ്ടിന്റെ മുമ്പായിരത്തിലൊരംശംവരെ കൃത്യമായി സമയമളക്കുന്നപക്ഷം ആഴത്തിന്റെ അളവിൽ കാൽ മീറ്ററിൽ കൂടുതൽ തെറ്റു വരികയില്ല.

വലിയ ആഴങ്ങൾ കൃത്യമായി അളക്കുന്നത് സമുദ്രവിജ്ഞാനത്തിനു പ്രധാനമാണെങ്കിൽ കുറഞ്ഞ ആഴങ്ങൾ സൂക്ഷ്മമായി അറിഞ്ഞിരിക്കേണ്ടതു് വിശേഷിച്ചും കരയ്ക്കടുത്തുകൂടിയുള്ള യാത്രയുടെ സുരക്ഷിതത്വത്തിനു് അനുപേക്ഷണീയമാണു്.

മാറ്റൊലി-ആഴമുള്ളിലിൽ ഇന്നു് ഉപയോഗിക്കുന്നത് സാധാരണ ശബ്ദങ്ങളല്ല, അതിതീവ്രമായ 'അൾട്രാസൗണ്ടുകൾ' ആണു്. അവയുടെ ആവൃത്തി ഒരു സെക്കണ്ടിൽ ഏതാനും ദശലക്ഷം കമ്പനങ്ങളായതുകൊണ്ടു് നമുക്കു് അവ കേൾക്കാൻ സാദ്ധ്യമല്ല. ക്ഷിപ്രപ്രത്യാവർത്തിയായ ഒരു വൈദ്യുതക്ഷേത്രത്തിൽ വച്ചു ക്വാർട്സ് പ്ലേറ്റിന്റെ കമ്പനങ്ങളാണു് ഈ ശബ്ദങ്ങളുളവാക്കുന്നതു്.

തേനീച്ചകൾ മുരളുന്നതെന്തുകൊണ്ടു്?

തേനീച്ചകൾ മുരളുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണെന്നറിയാമോ? മിക്ക പ്രാണികൾക്കും അതിനായിട്ടു് പ്രത്യേകിച്ചൊരു അവയവമൊന്നുമില്ല. പ്രാണികൾ പറക്കുമ്പോൾ മാത്രമേ നമ്മൾ ഈ മുരളൽ കേൾക്കുന്നുള്ളൂ. സെക്കണ്ടിൽ പരശതം പ്രാവശ്യം കമ്പനംചെയ്യുന്ന അവയുടെ ചിറകുകളടിക്കുമ്പോഴാണു് അതുണ്ടാവുന്നതു്. ചിറകുകൾ സത്യത്തിൽ ഒരു കമ്പനതളികയാണു്. വേണ്ടത്ര വേഗതയോടെ (സെക്കണ്ടിൽ 16 തവണയിലധികം) കമ്പനം ചെയ്യുന്ന ഒരു തളിക ഒരു നിശ്ചിത ഉച്ചതയുള്ള ടോൺ ഉളവാക്കും.

ഒരു പ്രാണി അതിന്റെ പറക്കലിനിടയിൽ സെക്കണ്ടിൽ എത്ര തവണ ചിറകുനടക്കുന്നുവെന്നു് കണ്ടുപിടിക്കുന്നതു് ഇങ്ങനെയാണു്. ആ

പ്രാണിയുടെ മുറുളലിന്റെ ഉച്ചത എത്രയെന്നറിഞ്ഞാൽ മതി. ഓരോ ടോണിനും അതാതിന്റെ കമ്പന-ആവൃത്തിയുണ്ട്. ഓരോ പ്രാണിയും എപ്പോഴും ഏതാണോരോ വേഗത്തിലാണു് ചിറകടിക്കുന്നതെന്നു് (ഒന്നാം അദ്ധ്യായത്തിൽ വിവരിച്ചിട്ടുള്ള) സ്റ്റോമോഷൻ ക്യാമറയുടെ സഹായത്തോടെ ശാസ്ത്രജ്ഞർ തെളിയിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ചിറകടിയുടെ 'വലിപ്പം' ത്തിലും ചിറകിന്റെ ചെരിവിലും മാറ്റം വരുത്തിക്കൊണ്ടാണു് പ്രാണികൾ പറക്കലിനെ ക്രമീകരിക്കുന്നതു്. തണുപ്പുകാലത്തു മാത്രമേ അവ ചിറകടിയുടെ വേഗത കൂട്ടൂ. മുറുളലിന്റെ ടോൺ എപ്പോഴും ഒരുപോലെയിരിക്കാനുള്ള കാരണമതാണു്. ഈച്ച സെക്കണ്ടിൽ 352 തവണ ചിറകടിക്കുന്നു (അതിന്റെ മുറുളലിനു് F ടോണാണു്). ബംബിൾബീ 220 തവണ. തേനീച്ച തേൻചുമക്കാതെ പറക്കുമ്പോൾ സെക്കണ്ടിൽ 440 തവണയും (ടോൺ A) തേനും ചുമന്നു പറക്കുമ്പോൾ 330 തവണയും (ടോൺ B) ചിറകടിക്കുന്നു. കറേക്കൂടി താണ സ്വരത്തിൽ മുറുളുന്ന വണ്ടുകൾ അത്ര വേഗത്തിൽ ചിറകടിക്കുന്നില്ല. എന്നാൽ കൊതുകുകളാകട്ടെ, സെക്കണ്ടിൽ 500-600 തവണയാണു് ചിറകടിക്കുന്നതു്. ഒരു വിമാനത്തിന്റെ പ്രൊപ്പല്ലർ ഒരു സെക്കണ്ടിൽ ശരാശരി 25 തവണ മാത്രമേ കറങ്ങുന്നുള്ളുവെന്നു് ഓർക്കണം.

ശ്രവണഭ്രമങ്ങൾ

ചെറിയൊരു ശബ്ദം ദൂരെനിന്നാണു കേൾക്കുന്നതെന്നു് നാം എന്തെങ്കിലും കാരണവശാൽ വിചാരിക്കുകയാണെങ്കിൽ അതു് വളരെക്കൂടുതൽ ഉച്ചത്തിലാണെന്നു് നമുക്കു തോന്നും. നമുക്കു് ഇങ്ങനെയുള്ള വെറും തോന്നലുകൾ പലപ്പോഴുമുണ്ടാകാറുണ്ടെങ്കിലും നാം അവ കാര്യമായെടുക്കാറില്ല. "മനശ്ശാസ്ത്രം" എന്ന പുസ്തകത്തിൽ അമേരിക്കൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ വില്യം ജേംസ് തന്റെ ഒരു വിചിത്രാനുഭവം വിവരിക്കുന്നുണ്ടു്.

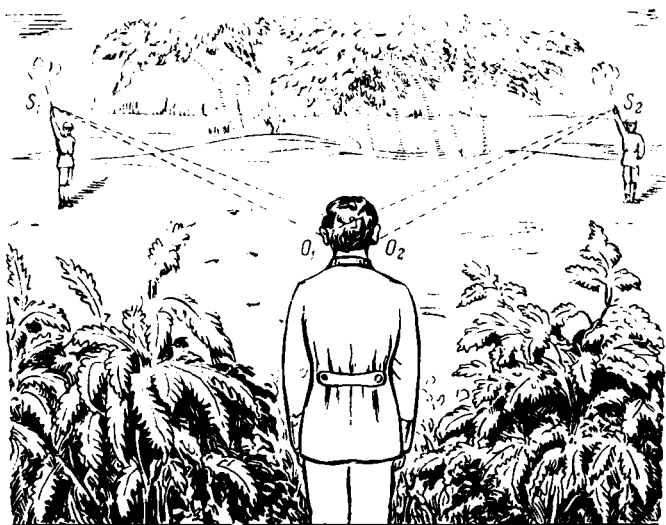
"ഒരു ദിവസം രാത്രി വളരെ വൈകി ഞാൻ വായിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയായിരുന്നു. പെട്ടെന്ന് വീടിന്റെ മുകൾഭാഗത്തുനിന്നു് ഒരു ഭയങ്കരശബ്ദം കേട്ടു. അതു നിന്നു. ഒരു നിമിഷം കഴിഞ്ഞു് വീണ്ടും ആവർത്തിച്ചു. ഞാൻ ഹാളിൽ പോയി ചെവിയോർത്തു നിന്നു. അതു പിന്നെ കേട്ടില്ല. ഞാൻ മുറിയിലേക്കു മടങ്ങി കസേരയിലിരിക്കേണ്ട താമസം, അതു് വീണ്ടും കേട്ടു. വെള്ളപ്പൊക്കത്തിന്റേയോ കൊടുങ്കാറ്റിന്റേയോ ഇരമ്പംപോലെ ഭീതിദമായിരുന്നു അതു്. ഞാൻ ഞെട്ടി വീണ്ടും ഹാളിൽ ചെന്നു നോക്കി. ശബ്ദമില്ല. മുറിയിൽ രണ്ടാമതു മടങ്ങിവന്നു

പ്പോഴാണ് തറയിൽ ഉറങ്ങിക്കിടന്ന ഒരു കൊച്ചു പട്ടിക്കുട്ടി വാസം വിടുന്ന ശബ്ദം മാത്രമാണെന്ന് എനിക്കു മനസ്സിലായത്. ഞാൻ അതു തിരിച്ചറിഞ്ഞ മാത്രയിൽ ഞാനൊരു ശബ്ദമാണു കേൾക്കുന്നതെന്ന് എനിക്കു തോന്നി എന്നതാണ് ശ്രദ്ധേയമായ കാര്യം. ഒരു നിമിഷം മുമ്പു കേട്ട ശബ്ദമല്ല ഞാൻ അപ്പോൾ കേട്ടത്.''

നിങ്ങൾക്കും ഒരുപക്ഷെ ഇതുപോലുള്ള അനുഭവം ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടാവും. ഞാൻ ഇത്തരം കാര്യങ്ങൾ ഒന്നിലധികം തവണ ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ചീവീട് എവിട്രിരിക്കുന്നു?

ഒരു ശബ്ദം എത്ര ദൂരത്തു നിന്നു വരുന്നുവെന്നതിനേക്കാൾ ഏതു ഭാഗത്തുനിന്നു വരുന്നുവെന്നു തിട്ടപ്പെടുത്തിലാണ് നമുക്കു പലപ്പോഴും തൊറ്റു പറയാറുള്ളത്. വെടി പൊട്ടിയത് ഇടതുവശത്താണോ വലതു വശത്താണോ എന്ന് നമുക്ക് തിരിച്ചറിയാൻ വലിയ വിഷമമില്ല (ചിത്രം 154). എന്നാൽ അത് മുന്വിലാണോ പുറകിലാണോ എന്നു

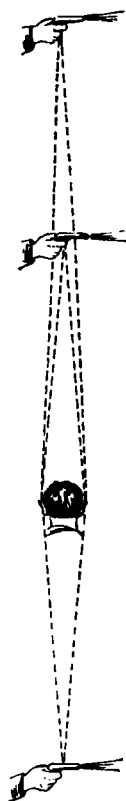


ചിത്രം 154. വെടി കേട്ടത് ഇടത്തുനിന്നോ വലത്തുനിന്നോ?

തീർച്ചപരമായ് നമുക്കു പലപ്പോഴും കഴിയാറില്ല (ചിത്രം 155). മുമ്പിൽ വെച്ചു വെടി പലപ്പോഴും പുറകിലാണു കേട്ടതെന്നു നമുക്കു തോന്നുന്നു. ശബ്ദത്തിന്റെ ശക്തി നോക്കി അതു ദൂരെനിന്നാണോ അടുത്തുനിന്നാണോ കേട്ടത് എന്നു മാത്രമേ നമുക്കു പറയാൻ കഴിയാറുള്ളൂ.

ഈയൊരു പരീക്ഷണത്തിൽനിന്നു നമുക്കു പലതും പഠിക്കാൻ കഴിയും: നിങ്ങൾ നിങ്ങളുടെ സ്നേഹിതന്റെ കണ്ണുകെട്ടി മുറിയുടെ നടുക്കു പിടിച്ചിരുത്തുക. അനങ്ങാതിരിക്കണമെന്നും തല തിരിക്കരുതെന്നും അയാളോടു പറയണം. അയാളുടെ രണ്ടു കണ്ണുകളുടേയും നേരെ നടുവിലൂടെ പോകുന്ന സങ്കല്പം ബരേഖയിൽ നിന്നുകൊണ്ട് നിങ്ങൾ രണ്ടുനാണയത്തുടുകൾ കിലുക്കണം. എന്നിട്ട് ശബ്ദം എവിടന്നു വരുന്നുവെന്ന് അയാളോടു ചോദിക്കുക. അതുതന്നെ പറയട്ടെ, നിങ്ങൾ നിൽക്കുന്ന ഇടം മൊഴിച്ചു മറ്റൊരിടേയും അയാൾ ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചെന്നു വരും! എന്നാൽ ആ സമമിതതലത്തിൽനിന്ന് അങ്ങോട്ടോ ഇങ്ങോട്ടോ മാറിയാലുടൻ അയാളുടെ ഊഹം കൂടുതൽ ശരിയായിവരും. കാരണം, അയാളുടെ ഏതു ചെവിയാണോ നിങ്ങളോടു കൂടുതലടുത്തത്, അത് കിലുക്കും അല്പം നേരത്തേയും കറച്ചുകൂടി ഉച്ചത്തിലും കേൾക്കുന്നു.

ഒരു ചീവീടു എവിടീരുന്നു ചിലയ്ക്കുന്നുവെന്നു കൃത്യമായിപ്പറയാൻ ഇത്രയേറെ വിഷമം തോന്നുന്നതെന്തുകൊണ്ടാണെന്നു ഈ പരീക്ഷണത്തിൽനിന്നു ബോദ്ധ്യമാകും. വലതുഭാഗത്തു രണ്ടു ചുവടുകളെയാണ് അതു കേൾക്കുന്നതെന്നു കരുതി അങ്ങോട്ടു തല തിരിച്ചു നോക്കുമ്പോൾ ഒന്നും കാണുന്നില്ല. ഇപ്പോൾ ശബ്ദം കേൾക്കുന്നത് ഇടതുവശത്താണ്. ആ ഭാഗത്തേക്കു തല തിരിക്കുമ്പോൾ മറ്റൊരിടം നെങ്കിലുമായിരിക്കും കേൾക്കുക. തല എത്ര വേഗം തിരിച്ചാലും അതിനേക്കാൾ വേഗതയാണ് നമ്മുടെ അഭ്യസനാധിപൻ ഉള്ളതെന്നു തോന്നും. സത്യത്തിൽ ചീവീടു അനങ്ങിയിട്ടേയില്ല. അത് ചാടി ചാടിനടക്കുന്നുവെന്നത് നിങ്ങളുടെ തോന്നൽ മാത്രമാണ്. നിങ്ങൾ ഒരു ശ്രവണഭ്രമത്തിന് ഇരയായിരിക്കുകയാണ്.



ചിത്രം 155.
വെടി കേട്ടത്
മുമ്പിൽനിന്നോ
പുറകിൽനിന്നോ?

നിങ്ങൾ തലതിരിക്കുമ്പോൾ നിങ്ങളുടെ തലയ്ക്കു സമമിതമായ തലത്തിൽ ചീവീട് ഇരിക്കാനിടവരുത്തുന്നുവെന്നതാണ് നിങ്ങളുടെ തൊഴുത്ത്. അതുകൊണ്ടാണ് ദിക്കു നിശ്ചയിക്കുന്നതിൽ പാളിച്ചു പറയുന്നത്. അതുകൊണ്ട് ചീവീടിനേയോ കയിലിനേയോ ദൂരെനിന്നു ശബ്ദം പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന മറോതെങ്കിലും വസ്തുവിനേയോ കണ്ടുപിടിക്കണമെങ്കിൽ, ശബ്ദം വരുന്ന ഭാഗത്തേക്കല്ല, നേരെ എതിർദിശയിലാണ് തല തിരിക്കേണ്ടത്. നമ്മൾ “ചെവിയോർക്കുമ്പോൾ” ചെയ്യുന്നത് ഇതുതന്നെയാണതാനും.

ചെവിയുടെ മറിമായങ്ങൾ

ഒരു മൊരിച്ച റൊട്ടിക്കുപ്പണം കടിച്ചുതിന്നുമ്പോൾ നമുക്ക് യേക്കു ശബ്ദം അനുഭവപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ അടുത്തിരിക്കുന്നയാൾ അതേ കാര്യമാണു ചെയ്യുന്നതെങ്കിലും വളരെച്ചെറിയ ശബ്ദമേ കേൾക്കുന്നുള്ളൂ. എന്തുകൊണ്ടാണ് ഇത്? നമ്മളുണ്ടാക്കുന്ന ശബ്ദം നമ്മൾ മാത്രമേ കേൾക്കുന്നുള്ളുവെന്നതാണ് കാര്യം. അതുകൊണ്ട് നമ്മൾ അടുത്തുള്ളവരെ ശല്യപ്പെടുത്തുന്നില്ല. വഴക്കമുള്ള ഏറ്റവും വരവസ്സുകളേയും പോലെ നമ്മുടെ തലയിലെ എല്ലുകൾ ഒന്നാത്തരം ശബ്ദചാലകങ്ങളാണ്. സഞ്ചരിക്കുന്ന മാധ്യമത്തിന് ഘനതപരമേന്മയും ശബ്ദത്തിന്റെ ശക്തിയും വർദ്ധിക്കുന്നു. അടുത്തിരിക്കുന്നയാൾ മൊരിച്ച റൊട്ടി കടിച്ചുതിന്നുന്ന ശബ്ദം നമ്മൾ പതുക്കെ കേൾക്കുന്നത് അത് വായുവിലൂടെ നമ്മുടെ ചെവിയ്ക്കിലെത്തുന്നതുകൊണ്ടാണ്. എന്നാൽ നമ്മുടെ തലയിലെ വരമായ അസ്ഥികളിലൂടെ ശ്രവണനാഡിയിലെത്തുമ്പോൾ അതേ ശബ്ദംതന്നെ ഇടിമുഴക്കമായി മാറുന്നു.

ഈയൊരുപരീക്ഷണം നടത്തിനോക്കൂ. പോക്കറ്റ് വാച്ചിന്റെ കൊച്ചുവളയം കടിച്ചുപിടിച്ചുകൊണ്ട് ചെവിരണ്ടും പൊത്തിപ്പിടിക്കുക. കൊട്ടുവടികൊണ്ടടിക്കുംപോലുള്ള മുഴക്കം അനുഭവപ്പെടും. വാച്ചടിക്കുന്ന ടിക് ടിക് ശബ്ദം അത്ര വലുതായിട്ടാണ് കേൾക്കുന്നത്.

തന്റെ ഊന്നുവടിയുടെ ഒരറ്റം പിയാനോയിൽ മുട്ടിച്ചുവയ്ക്കുകയും മറേ അറ്റം കടിച്ചുപിടിക്കുകയും ചെയ്തുകൊണ്ട് ബധിരനായ ബിമോവൻ പിയാനോസംഗീതം കേട്ടിരുന്നുവത്രെ. ആന്തരകർണ്ണത്തിന് തകരാറൊന്നുമില്ലെങ്കിൽ ബധിരന്മാർക്ക് ഇതേ വിധത്തിൽത്തന്നെ സംഗീതത്തിനൊപ്പിച്ചു ഴുത്തം ചെയ്യാനും കഴിയും. തറയും എല്ലുകളും വഴി ശബ്ദം അവരുടെ ശ്രവണനാഡിയിലെത്തുന്നു.

“വെൻട്രിലോക്വിസ്”വും അതു കാഴ്ചവയ്ക്കുന്ന “അത്ഭുതങ്ങളെ” മെല്ലാം തന്നെ മേല്പറഞ്ഞ ശ്രവണസവിശേഷതകളെ ആധാരമാക്കിയതാണ്.

വെൻട്രിക്യുലറിലും ഉളവാക്കുന്ന മിഥ്യാപ്രതീതി പൂർണ്ണമായും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നത്, രണ്ടും വരുന്നത് എവിടെനിന്നാണെന്നോ എത്ര മൂർത്തുനിന്നാണെന്നോ തിട്ടപ്പെടുത്താനുള്ള നമ്മുടെ കഴിവില്ലായ്മയെയാണ് സാധാരണഗതിയിൽത്തന്നെ നമ്മുടെ ഊഹം ഏറെക്കുറെ ശരിയായിരിക്കുമെന്നുള്ളത്. അസാധാരണസാഹചര്യങ്ങളിലാകട്ടെ, നമുക്കു പറയുന്ന അബദ്ധം കുറച്ചൊന്നുമല്ല. ഒരു വെൻട്രിലോക്വിസ്റ്റിനെ നിരീക്ഷിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നപ്പോൾ കാര്യമെന്തെന്നറിയാമായിരുന്നിട്ടും എനിക്കു തന്നെ ആ മിഥ്യാപ്രതീതിയിൽനിന്നു രക്ഷനേടാൻ കഴിഞ്ഞില്ല.

വായനക്കാരോടു്

ഈ പുസ്തകത്തെക്കുറിച്ചും അതിന്റെ വിവർത്തനം, സംവിധാനം, അച്ചടി എന്നിവയെ സംബന്ധിച്ചുള്ള നിങ്ങളുടെ അഭിപ്രായങ്ങളും മറ്റൊന്നെങ്കിലും നിർദ്ദേശങ്ങളുണ്ടെങ്കിൽ അവയും ഞങ്ങളെ അറിയിക്കാനപേക്ഷ. ഞങ്ങളുടെ മേൽവിലാസം:

Progress Publishers, 21, Zubovsky Boulevard
Moscow, USSR

വിതരണക്കാർ:

പ്രഭാത് ബുക്ക് ഹൗസ്

തിരുവനന്തപുരം

കോഴിക്കോടു്

എറണാകുളം

ആലപ്പുഴ

കണ്ണൂർ

ഏലൂർ
